الإهداء

إلى من ربياني صغيراً والديّ أطال الله في عمرهما.

زوجتي الغالية، ابني أُسيد.

إلى أخوتي جميعاً ،إلى من يطلبون العلى .

إلى وطني الغالي الأردن حماه الله أن يبقى متقدماً مزدهراً.

عاطف عصام المعايطة

الشكر والتقدير

الشكر لله اولاً ثم إلى أستاذي الفاضل الدكتور ابراهيم العرود لسعة صدره، وفيض علمه، وعلى ما أبداه من توجيهات وملاحظات بناءة ساهمت بإخراج البحث بهذه الصورة، وأتقدم بالشكر لأعضاء لجنة المناقشة لتفضلهم بمناقشة الرسالة:

١- أ.د حسن أبو سمور.

٢- أ.د صالح الكساسبة.

٣- د محمد القرالة.

والشكر والعرفان إلى كل من الدكتور زكي مشوقة والدكتور عامر مامكغ على ما قدموه لي من كتب قيمة، وإلى الدكتور مرعي المعايطة، وإلى السيد عامر الخطيب، وإلى كل من ساهم في إنجاز هذا العمل لهم مني كل الشكر والتقدير.

عاطف عصام المعايطة

فهرس المحتويات

قائمة الجدول

قائمة الأشكال

الرقم	العنوان	الصفحة

الملخص

الإحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية في منطقة وادي الأردن والأغوار الجنوبية وأثر التغير المناخي المقترح عليها

عاطف عصام المعايطة

جامعة مؤتة، ٢٠٠٥

تم في هذه الرسالة دراسة الأوضاع المائية والمناخية في منطقة وادي الأردن والأغوار الجنوبية والتي تتميز بإنتاجها الزراعي الوفير في فصل الشتاء، كما تعد سلة الخضروات الأردنية.

تهدف الدراسة إلى تحديد الإحتياجات المائية الشهرية للمحاصيل الزراعية في منطقة وادي الأردن وغور الصافي، وتم استخدام ثلاث معادلات لتقدير الإحتياجات المائية في منطقة الدراسة هي معادلات بنمان، وثورنثويت، وبلاني – كريدل، وتبين من خلال نتائج هذه المعادلات وحسب الظروف المناخية لمنطقة الدراسة أن التبخر السنوي لمحطة الباقورة بحدود ١٣٠٠، ١٢٧٠، ١٢٦٠ ملم/السنة على التوالي، وفي محطة مزرعة الجامعة الأردنية كانت الإحتياجات المائية ١٣٧٨، ١٥٩٧، ١٣٩٨ ملم/السنة على التوالي، أما في محطة غور الصافي فكانت الإحتياجات المائية ١٤٣٨، ١٨٦٢، ١٥١٠ ملم/السنة على التوالي.

وتم إجراء سيناريو التغير المناخي المقترح حسب معادلة بنمان وذلك برفع درجة حرارة الهواء ٢,٥ ^{o}(س) وإبقاء العوامل الجوية الأخرى ثابتة. ومن خلاله إتضح أن الإحتياجات المائية للأغراض الزراعية ستزداد بحدود ١٠٠ملم و٩٠ملم و٧٥ملم في محطات الباقورة ومحطة مزرعة الجامعة ومحطة غور الصافي على التوالي. أن ازدياد الإحتياجات المائية للأغراض الزراعية نتيجة التغير المناخي المقترح مقرون بإزدياد الطلب على المياه نتيجة الزيادة السكانية والتوجه نحو

التصنيع غير مبشر وسيكون له انعكاسات سلبية عميقة على التنمية في المستقبل القريب. ومن خلال هذه المعطيات يجب على الدولة أن تبدأ بإيجاد الحلول مبكراً قبل فوات الأوان.

Abstract

The water needs for agriculture crops in Gordan Vally area and the southern Ghours, and the impact of the proposed climate change upon them.

Atef Essam Ma'aytah
Mu'tah Uneversity, ٢٠٠٥

The water and climate conditions in Jordan Valley (Wadi) area and in the southern ghours were studied in this thesis which are distinguish in their rich agriculture production in winter season, which are considered as Jordan Vegetable Basket.

This study aims to specify the monthly needs of water for the agriculture crops in the area of Jordan Valley and Ghour Alsafi, and three formulas of estimating the water needs in the study area were used, Binman, thornthwaite and Blaney- Criddle. The results of these formulas according to climate conditions of the area of the study showed the annual average of evaporation in Albaqoura Station which is approximately ١٣٠٠, ١٢٧٠, ١٢٦٠ mm/year respectively, but in the Jordan University Farm, the water needs were,١٣٧٨, ١٥٩٧ and ١٣٩٨ mm/year respectively.

The proposed climate change scenario was conducted according to Binman formula by increasing the air temperature (٢,٥°c), Keeping the other atmosphere conditions stabile.

Through this approach it was clear that water needs for agricultural purposes will increas nearly ١٠٠mm, ٩٠mm and ٧٥mm in Albaqoura, the Jordan University and Ghour Alsafi stations respectively.

The increase in water needs for agricultural propses as aresult of the proposed climate change, combined with the demand increase on water as aresult to population increase and the orientitation toward industrialization have negative signals which have deep negative reflections on the near future development.

Through the given facts, the state should start finding early solutions before it is too late.

الفصل الأول

خلفية الدراسة وأهميتها

١,١ المقدمة

للماء أهمية كبيرة في عملية التنمية فقد كان على مدى التاريخ ولازال المحرك الرئيس للجوانب الاقتصادية، والاجتماعية. ومع نهاية القرن العشرين، وبداية القرن الواحد والعشرين أخذت قضية المياه العذبة تتصاعد لتعبر عن هموم العالم العربي في الحاضر وتطلعاته للمستقبل نظراً للزيادة السكانية السريعة وازدياد الطلب على الغذاء والموارد المائية في المجالات المنزلية والصناعية والزراعية. وطبقاً للمؤشر العالمي، فأن أي بلد يقل فيه متوسط نصيب الفرد من المياه سنوياً عن ١٠٠٠–٢٠٠٠م^{3} يعد بلداً يعاني من ندرة مائية. وبناءً على ذلك فأن ثلاثة عشر بلداً عربياً هي الأردن، البحرين، قطر، السعودية، الكويت، اليمن، جيبوتي، تونس، ليبيا، الأمارات، الجزائر، السودان وعمان تقع ضمن فئة البلدان ذات الندرة المائية (جامعة الدول العربية،آب، ١٩٩٧).

وعلى الرغم من أن عدد سكان الوطن العربي يتجاوز ٣٠٠ مليون نسمة تقريباً في عام ٢٠٠٠م (٥% من سكان العالم) ويستوطنون عشر مساحة اليابس، إلا أن نصيب العالم العربي من المياه لا يزيد على ٠,٧% من إجمالي الموارد المائية المتاحة في العالم؛ أي أن نصيب الفرد العربي ١٤:١ من معدل نصيب الفرد في العالم من الموارد المائية. يضاف لذلك أن موارد المياه في العالم العربي شحيحه كما أن ٦٧% من موارده المائية السطحية(الأنهار) تأتي من مناطق جغرافية تقع خارج حدوده(عيسى، ٢٠٠٣م).

وكبقية معظم الدول العربية الأخرى يواجه الأردن وضعاً مائياً صعباً نتيجة محدودية المصادر المائية المعتمدة على الهطول المطري المتباين من عام لآخر. ويعتبر من دول الندرة المائية حيث لا يزيد نصيب الفرد من المياه العذبه المتاحة على ٢١٠م٣/السنة (جامعة الدول العربية، أيلول،١٩٩٧) وينخفض نصيب الفرد في الأردن مع مرور الزمن بسبب زيادة السكان.

أن من أهم الأسباب التي تساهم في تفاقم مشكلة المياه والعجز المائي في الأردن هي:

١- تذبذب الأمطار الكبير بين سنة وأخرى. ويرجع ذلك إلى عدد المنخفضات الجوية وعمقها ومسارها خلال الفصل المطير ينعكس هذا الأمر على القطاع الزراعي وبالتالي الوضع الإقتصادي وكميات الإنتاج ونوعيته.

٢- معدل النمو السكاني المرتفع الذي وصل الى ٣,٦% .أي أن فترة تضاعف السكان لا تتجاوز عشرين سنة. فقد بلغ عدد سكان الأردن حوالي ٥,٥ مليون نسمة عام ٢٠٠٤ ويتوقع أن يصل العدد الى ١١ مليون نسمة تقريباً بحلول عام ٢٠٢٥.

٣- تردي نوعية المياه بسبب تلوثها نتيجة النشاطات البشرية المختلفة(المخلفات العادمة، الملوثات الزراعية والصناعية وغيرها).

ونظراً لأعتداله شتاءً فإن وادي الأردن يعد سلة الخضروات والفواكه التي تزود الأردن وبعض الدول العربية المجاورة بما تحتاجه من هذه المحاصيل في الفصل البارد من السنة. ويسود في وادي الأردن تدرج مناخي يتراوح ما بين المداري الدافىء الجاف كما هو الحال في الأغوار الجنوبية إلى معتدل رطب كما هو الحال في الباقورة شمال وادي الأردن. ولذلك يمكن زراعة محاصيل مختلفة مثل الخضراوات والموز في الوسط والجنوب(الأغوار) وحتى الحبوب البعلية والخضار والفواكه في شمال الوادي.

وتبلغ المساحة الكلية المزروعة في منطقة وادي الأردن حوالي ٣٢٥ الف دونم تقريباً لعام٢٠٠٠م منها ٣١٩ الف دونم مساحة مروية وحوالي ستة الآف دونم أراضي بعلية (الإحصاءات الزراعية،٢٠٠٠، ص٥٣).وبما أن منطقة وادي الأردن هي المنطقة الزراعية الرئيسة لمعظم المحاصيل المروية في الأردن ولتنوع الظروف البيئية في المنطقة فقد تمت زراعتها بأنواع مختلفة من المحاصيل مثل الخضراوات (بندورة، باذنجان....الخ) والأشجار المثمرة (ليمون، برتقال.....الخ) والمحاصيل الحقلية(القمح، الشعير...الخ). حيث بلغت نسبة المساحات المزروعة من هذه المحاصيل لسنة ٢٠٠٠ على التوالي ٥٣,٥%، ٣٤,٥%، ١٢%. أما نسبة

المساحات المزروعة في وادي الأردن من إجمالي المساحة المزروعة في المملكة عام ٢٠٠٠ فقد بلغت حوالي ١٤% (الإحصاءات الزراعية، ٢٠٠٠).

"أعتمد الأردن في الزراعة المروية منذ بداية التنمية الزراعية في منتصف الستينات على وضع خطط لتنمية وادي الأردن والأغوار الجنوبية وأستغلال مياه نهر اليرموك ونهر الزرقاء والأودية الجانبية لوادي الأردن. ومع بداية الثمانينات زاد أهتمام القطاع الخاص بالزراعة وازدادت عدد الآبار الجوفية التي تستعمل لهذه الغاية، وفي نفس الوقت إزدادت الحاجة إلى توفير مياه الشرب، وقد أدى هذا الوضع إلى أرتفاع معدلات الضخ الجائر من الآبار الجوفية عن معدلات السحب الآمن بنسبة تصل إلى ١٩٠% في بعض الأحواض، ونتيجة لعدم قدرة سلطة المياه على تأمين مياه شرب من الأحواض القريبة، فقد أنشأت مشروع نقل وضخ المياه من قناة الملك عبدالله بطاقة ٤٥ مليون متر مكعب سنوياً، وقد عوضت هذه الكمية بتحويل المياه العادمة المعالجة لغايات الري في منطقة وادي الأردن"(شطناوي، ١٩٩٥م، ص ٨٣).

"وتقدر الإحتياجات المائية الحالية لأغراض الزراعة في وادي الأردن بحوالي ٥٠٥ مليون م^{٣} لري حوالي ٣٢٥ الف دونم، في حين قدرت الإحتياجات المائية بأستخدام عمليات التقنين عام ٢٠٠٠ لغايات الري بحوالي ٢٠٦ مليون م^{٣} وبلغ المتاح منها حوالي ١٦١م م^{٣} أي بعجز مقدارة ٢٢% مما يستدعي تقنين ري المزروعات في فصل الصيف بنسبة تتراوح بين ٣٠%- ٥٠%، ففي منطقة وادي الأردن تسيطر الدولة على مصادر المياه وتقع عليها مسؤولية توزيعها، ورغم ذلك فإنها لا تفي بالإحتياجات المائية المطلوبة"(وحدة الخدمات الإرشادية للري/سلطة وادي الأردن،٢٠٠١،ص٤).

ويتوقع أن يزداد الوضع المائي سوءاً مع مرور الوقت لعوامل بشرية تمثل أهمها الزيادة السكانية الكبيرة المتوقعة والعوامل الطبيعية البحتة. حيث تشير نتائج النماذج المناخية إلى أن درجة حرارة كوكب الأرض سترتفع خلال القرن الواحد والعشرين (تغير المناخ: التقرير التجميعي، ٢٠٠١). كما تشير نتائج هذه النماذج

إلى أن الحوض الشرقي للبحر المتوسط سيشهد انخفاضاً في كميات التساقط مما ينجم عنه عجز مائي اكبر بكثير مما هو عليه الوضع في الوقت الراهن.

الجدول رقم (١)

إستعمالات المياه في الأردن م م م/ سنة.

الإستعمالات	١٩٩٠	%	٢٠٠٠	%	٢٠١٥	%
القطاع الزراعي	٨٠٠	٧٣	١٠٨٨	٧٠	١١٨٨	٥٥
القطاع الصناعي	٤٣	٤	١٠١	٧	١٥٠	٧
القطاع المنزلي	٢٥٥	٢٣	٣٥٩	٢٣	٨٢٦	٣٨
إجمالي الإحتياجات	١٠٩٨	١٠٠	١٥٤٨	١٠٠	٢١٦٤	١٠٠

المصدر: جامعة الدول العربية، المنظمة العربية للتنمية الزراعية، ٢٠٠٠.

ملاحظة: عام ٢٠١٥ متوقع.

٢,١ مشكلة الدراسة

تكمن مشكلة الدراسة الرئيسة في شح الموارد المائية في الأردن، وتذبذبها من عام لآخر وزيادة الطلب المستمرعليها نتيجة الزيادة السكانية، والتوجه نحو التصنيع. وتظهر الموازنة المائية للأردن(الإستعمالات المائية مع المصادر المائية المتاحة على الأقل مع الأحتفاظ بفائض لمشروعات المستقبل وإحتمالات زيادة السكان أو التطور الصناعي أو زيادة الأرض المزروعة) وجود عجز مائي كبير في الميزان المائي حيث تزيد الأستخدامات على المصادر المتاحة، وقد يستمر العجز مالم تتخذ إجراءات صارمة لزيادة المصادر المائية المتاحة وترشيد أستخدام المياه، ويوضح الجدول رقم (٢) الميزان المائي للأردن منذ سنة ١٩٩٠ وحتى سنة ٢٠١٥، ويبين الجدول أن العجز المائي في الأردن سيزداد من ٤٥٧ مليون متر مكعب عما كان عليه الوضع عام ١٩٩٠ إلى ١١٨٢ مليون متر مكعب عام ٢٠١٥ بالرغم من زيادة حجم المصادر المائية عن طريق إعادة إستعمال المياه المعالجة (في الزراعة)، وزيادة بناء السدود التخزينية، والتحويلية. ويعزى السبب في ذلك إلى التزايد المضطرد للسكان وتزايد الطلب للإستعمالات المختلفة.

جدول رقم (٢)

الموارد المائية المتاحة والمتوقعة حتى عام ٢٠١٥.

المصادر	عام ١٩٩٠ م م م / سنة	عام ٢٠٠٠ م م م / سنة	عام ٢٠١٥ م م م / سنة
نهر اليرموك	٩٨	٥٥	٨٩
نهر الزرقاء	٧١	٧٧	٩٤
سد الكفرين	٩	٨	١٤
سد وادي الوالة	-	٩	٩
سد وادي الموجب	-	٣٠	٣٠
سد التنور	-	١٢	١٢
الأودية الجانبية	٧٠	٧٠	٧٠
السدود الأخرى القائمة	٣٢	٤٣	٤٦
تحلية المياه المالحة	-	-	٢٠
حصاد المياه	-	٦	٦
تخزين المياه الجوفية	-	٠	٥
إعادة إستخدام مياه الصرف الصحي	٣٦	٨٠	١٣٩
خفض الفاقد من مياه المنازل	٠	٢٠	٣٠
الضخ الآمن من المياه الجوفية المتجددة	٢٧٥	٢٧٥	٢٧٥
الضخ من المياه الجوفية غير المتجددة	٥٠	١٢٥	١٤٣
إجمالي الموارد	٦٤١	٨١٠	٩٨٢
إجمالي الإحتياجات	١٠٩٨	١٥٨٤	٢١٦٤
العجز	٤٥٧	٧٧٤	١١٨٢

ملاحظة: م م م تعني مليون متر مكعب، ٢٠١٥ متوقع.

وعند الأخذ بعين الأعتبار التغير المناخي المقترح في المستقبل للحوض الشرقي للبحر المتوسط (إزدياد درجة الحرارة وإنخفاض كميات الأمطار) فان الوضع المائي في الأردن سيكون أكثر شحوباً وسوداوية مما هو معروض في الجدول رقم (١).

ولكون الزراعة تستهلك الجزء الأكبر من المياه العذبة فمن الضروري إستغلال المياه بصورة عقلانية وبكفاءة عالية، يضاف لذلك إن معظم السيناريوهات المبنية على النماذج المناخية تتنبأ بإن تزداد درجة حرارة الهواء، وتنخفض كميات الأمطار في الحوض الشرقي للبحر المتوسط نتيجة إزدياد الغازات الدفيئة(ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكاسيد النتروجين وغازات نزرة أخرى). وبناءً على هذه السيناريوهات فإن كمية المياه المتوفرة للإستخدامات المختلفة ستنخفض، والتبخر سيزداد مما يعني عجزاً مائياً هائلاً في جميع القطاعات التي تستهلك المياه.

ومن هنا جاءت الدراسة من أجل تقدير الإحتياجات المائية الحالية والمستقبلية للزراعة المروية في منطقة وادي الأردن والأغوار الجنوبية إعتماداً على سيناريوهات التغير المناخي لمعرفة الوضع الحالي، والوضع المائي المستقبلي، كما سيتم التطرق الى أنواع المحاصيل الزراعية في منطقة الوادي، ومدى إستهلاكها للمياه، ومن ثم أختيار المحاصيل الأمثل التي يفضل زراعتها في منطقة الوادي.

٣,١ أهداف الدراسة

١- دراسة الحالة المناخية في منطقة الدراسة، وتغيراتها، وأنعكاسها على نوعية المحاصيل وكمياتها.

٢- إلقاء الضوء على المحاصيل التي تزرع في وادي الأردن وتوضيح إستهلاكها للمياه الحالي والمساحات والإنتاج.

٣- تقدير الإحتياجات الحالية لمياه الري في وادي الأردن وغور الصافي.

٤- إجراء سيناريو التغير المناخي المقترح لمعرفة مدى تأثيرة على الوضع المائي لمنطقة الدراسة.

٤,١ أهمية الدراسة

للزراعة في الأردن أهمية كبيرة، إذ يعمل بها ١٠% من القوى العاملة الأردنية بينما كان يعمل بها ٢٠% في منتصف السبعينات، وتوفر الزراعة المروية جميع الخضار ومعظم الفواكه التي يستهلكها المواطنون في الأردن، وتبلغ المساحة المروية والبعلية في الأردن لعام ٢٠٠٠ حوالي ٢،٣ مليون دونم منها ٣٢,٧% زراعة مروية و ٦٧,٣% زراعة بعلية (الاحصاءات العامة،٢٠٠٠،ص١٧). أما في وادي الأردن والأغوار الجنوبية فتبلغ المساحة المروية والبعلية حوالي ٣٢٥ الف دونم منها ٣٢٠ الف دونم مساحة مروية و٥٠٠٠ دونم بعلية أي ما نسبته ٩٨% مروية و٢% بعلية (الإحصاءات الزراعية،٢٠٠٠) وتشكل المساحة المزروعة في منطقة الدراسة بالنسبة لمساحة الأراضي الزراعية في الأردن ما نسبته ١٤%.

وعلى الرغم من التناقص المستمر في نسبة مساهمة الزراعة في الدخل القومي الإجمالي الإ إن مساهمته ترتفع عند احتساب مساهمة القطاع، والأنشطة الأخرى ذات العلاقة مثل مدخلات الإنتاج، والنقل الزراعي. وللدلالة على أهمية القطاع الزراعي فإن هناك إكتفاءً ذاتياً من الخضار، والفواكه، ولحوم الدواجن، والبيض في الأردن، في حين يعتمد الأردن على الإستيراد لتغطية حاجاته من الحبوب والأعلاف واللحوم الحمراء والأسماك.

وبما أن الزراعة في وادي الأردن تتأثر بالأمطار الشتوية(ينخفض التبخر ويقل الري نتيجة الهطول المطري) فإن أي إنخفاض في كمية المطر سيكون له أثار ضارة على النشاط الزراعي هناك. ومن هنا تأتي أهمية الدراسة من حيث أنه لم تجر أي دراسة متكاملة عن هذه المنطقة وكيف سيؤثر التغير المناخي المقترح على الإحتياجات المائية وعلى كمية المياه المتاحة لأغراض الري. إن أي تغير حتى لو كان بسيطاً في الموازنة المائية في الوادي قد يؤدي إلى آثار وخيمة على القطاع

الزراعي هناك ويترتب عليه آثار كارثية على المستويين الإقتصادي والإجتماعي ليس في وادي الأردن والأغوار الجنوبية فقط بل على مستوى الأردن ككل.

٥,١ منطقة الدراسة

تمتد منطقة الدراسة من الطرف الجنوبي لبحيرة طبريا شمالاً الى منطقة الأغوار الجنوبية جنوباً، ومن نهر الأردن غرباً الى المناطق الوعرة الواقعه أسفل سلسلة الجبال التي تحد الوادي شرقاً. ويتراوح إنخفاض منطقة الدراسة عن سطح البحر ما بين ٢١٢م عند بحيرة طبريا، إلى حوالي- ٤٠٠م عند البحر الميت (يعتبر أخفض بقاع العالم).

"ويمكن تقسيم الجزء الواقع تحت مستوى سطح البحر من الناحية (الجيومورفولوجية) إلى ثلاثة أنواع من الأرض على النحو التالي:

١- أراضي الزور الزراعية(رواسب فيضية نقلها نهر الأردن ووضعها على جانبيه وهي تسميه محلية) التي تقع في شريط رفيع محاذ لضفاف نهر الأردن الشرقية.

٢- أراضي الغور الزراعية شبه السهلية وهي تشبه المصطبة المرتفعة نسبياً وتقع بين الزور والأراضي الوعرة عند أسفل الجبال التي ترتفع بحدة باتجاه الشرق في بعض المناطق.

٣- أراضي الكتار (رواسب بحيريه ملحية نتجت من غمر هذه المنطقة بمياه البحر القديم مرات عدة، عبرالعصور الجيولوجية المختلفة) غير الزراعية التي تنتشر في هيئة هضاب عارية ومنجرفة تتوزع بين أراضي الزور وأراضي الغور في مجموعات تمتد حيناً لتغطي مناطق كبيرة وينفصل بعضها عن البعض الآخر على طول الوادي. ويتفاوت عرض الوادي من ٢ إلى ٤ كم في الشمال وإلى ٥-٦,٥ كم في الوسط" (القاسم،١٩٩٥م، ص٢).

أما الأغوار الجنوبية فتقع على الطرف الشرقي للبحر الميت كرقع من الأراضي الزراعية المتناثرة على رؤوس الدالات المروحية للوديان الجانبية شرق اللسان وجنوب البحر الميت، ويتفاوت عرض الغور في هذه المنطقة ما بين ٢ إلى ٤ كم في الشمال(منطقة غور حديثة) إلى ٥-٦,٥ كم في الوسط (الذراع) ثم يزيد عرضه في الجنوب (غور الصافي وفيفا والنقع) يتراوح بين ٦-١٢ كيلومتر. والشكل رقم (١) يبين منطقة الدراسة.

الفصل الثاني

الإطار النظري والدراسات السابقة

١,٢ الدراسات السابقة

هناك العديد من الأبحاث والدراسات التي تناولت الإحتياجات المائية للمحاصيل وفيما يلي ملخص لهذه الدراسات:

أ- الدراسات العربية:

دراسة أعدها شطناوي وغاوي (١٩٨٧) حول الإستهلاك المائي لمحصولي القمح والشعير في وادي الأردن، وتمت فيها مقارنة الإستهلاك المائي لمحصولي

القمح (صنف ستورك) والشعير (صنف دير علا ١٠٦) لموسم ١٩٨٥/١٩٨٦ في مزرعة الجامعة في وادي الأردن بإستخدام لإيسميترات صرف مع قيم التبخر- النتح الكامن المتحصل عليها بزراعة النجيل في لإيسميتر صرفي، والذي إستخدم كمرجع مع تلك القيم المتحصل عليها بالطرق الحسابية التالية: هارجريفز وطريقة جنسن-هيز المعدلة وطريقة بلاني- كردل المعدلة وطريقة حوض التبخر. وقد وجد الباحثان أن الإستهلاك المائي للقمح قد بلغ ٣٢٦ ملم خلال موسم النمو والإستهلاك المائي للشعير ٣٠٤ ملم في حين بلغ الإنتاج ٤,٢ طن و٣,٦ طن للهكتار لكل من القمح والشعير على التوالي. وقد وضح في الدراسة المعدل الشهري لقيم معامل محصول القمح والشعير المتحصل عليهما في كل من الطرق السابقة.

وفي دراسة أعدها العاني (١٩٨٨) أشار إلى أهتمام العديد من أقطار العالم في السنوات الأخيرة بتحديد الإحتياجات المائية للمحاصيل والأشجار المختلفة من أجل معرفة الكميات المطلوبة من ماء الري بصورة دقيقة وإستعمال الفائض من المياه لزراعة مساحات جديدة من الأراضي من أجل مواجهة زيادة أحتياجات الطلب على الغذاء والكساء. وقد خلص الباحث بأن إحتياجات الوطن العربي من الماء لزراعة وحدة مساحة من الأرض من أعلى الإحتياجات في العالم بسبب ارتفاع الطاقة التبخيرية لإرتفاع كمية الإشعاع الشمسي الواصل وجفاف الرياح وإنخفاض كمية المطر وسوء إدارة هذا المورد. وبالتالي فإن الوطن العربي أكثر حاجة من غيره لتحديد كميات مياه الري من أجل أن تكون خطط الإنتاج الزراعي دقيقة ويكون الإنتاج الزراعي عند حدوده المثلى.

وفي دراسة أعدها اتحاد مجالس البحث العلمي العربية (١٩٨٨) والتي هدفت إلى دراسة إستعمال الماء بطريقة إقتصادية عن طريق معرفة الإحتياجات المائية للمحاصيل في المناطق البيئية المختلفة. وقد عرفت في هذه الدراسة الإحتياجات المائية بأنها كمية الماء المطلوبة لنمو محصول معين في موقع معين وخلال فترة معينة. وتم في هذه الدراسة إستخدام طرق مختلفة لتحديد الإستهلاك المائي للنبات والذي عرف بأنه مجموع عمق الماء الذي يفقده النبات بواسطة النتح والتبخر من سطح التربة والماء ومن سطوح أوراق النباتات أضافة الى الماء المستهلك في بناء

أنسجة النبات. وإستخدمت في هذه الدراسة المعادلات التجريبية كمعادلة بليني- كريدل، والمعادلات شبه النظرية مثل معادلة بنمان، وطريقة الموازنة المائية بواسطة أحواض المقنن المائي، وإستخدام أحواض التبخر.

وأعد مجدلاوي (١٩٩٣) دراسة تناولت الإحتياجات المائية لقطاع الري، واقترح وضع تسعيرة للمياه بناء على الإحتياجات الغذائية الأساسية للسكان. وعندما لا يكون هناك حافز لدى المزارع لترشيد إستهلاك المياه يكون هناك هدراً في المياه لإستخدام طرق ري بدائية وقد دعت الدراسة لرفع سعر المياه لمنع المزارعين في الأغوار من هدرها وإستخدام الأساليب الأفضل لتوفيرها. وأوصت الدراسة إلى إجراء تغيير جذري في السياسات التي تؤدي إلى تزايد مساحة الأشجار المثمرة في الأخدود.

وقام العرود (١٩٩٦) بتقدير أولي لكميات التبخرالشهري، والسنوي من السدود والحفائر المقامة أو التي ستقام في المناطق الجافة، وشبه الجافة من الأردن. وقد تم تقدير التبخر بإستخدام نموذج حسابي يعتمد على مبدأ درجة الحرارة الأتزانية. ويظهر هذا البحث أن التبخر الشهري والسنوي في منطقة الدراسة غير متجانس، رغم التشابه الظاهري للظروف المناخية السائدة فيها. وبالرغم من إن الحسابات الرسمية تقدر كمية التبخر في المناطق الشرقية في الأردن بحوالي ٢٣٠٠ملم في السنة إلا أن الحسابات المعروضة في البحث تشير إلى أن هناك فروقاً واضحة في كمية التبخر في منطقة الدراسة تصل إلى عدة مئات من المليمترات. إذ يتراوح التبخر من المسطحات المائية في منطقة الدراسة مابين ١٥٠٠ ملم إلى حوالي ٢٣٠٠ ملم في السنة. أن الأرقام السالفة الذكر تعكس الظروف المناخية الأقليمية، والمحلية السائدة في كل محطة، وبالتالي فان إعتماد رقم واحد لحساب التبخر من المناطق الجافة وشبه الجافة في الأردن قد يؤدي إلى إعطاء صورة غير صحيحة عن التبخر الفصلي، والسنوي من هذه المسطحات المائية. وتشير التحليلات التي أجريت في البحث أن كمية التبخر السنوية المقدرة حساسة لقياسات الريح، وإن الخطأ يصل إلى عدة مئات من المليمترات نتيجة إنخفاض

سرعة الريح بسبب عدم دقة قياس سرعة الرياح لظروف المناخ المحلي لعدادات الرياح.

وأجرى القاسم (١٩٩٥) دراسة بتكليف من الوكالة الألمانية للتعاون الفني لمراجعة تجربة الأردن الزراعية خلال الحقبة الماضية ولتحديد نقاط القوة والضعف في نظام الأنتاج الزراعي. وأقتراح الأجراءات التصحيحية التي قد تزيد من القوة التنافسية لنظام الأنتاج. وقد جاء في الدراسة إن الزراعة في منطقة وادي الأردن عانت من مشاكل تجارية بسبب الحرب الأهلية في لبنان، والأزمات السياسية في المنطقة مما دفع المزراعين لزراعة الأشجار المثمرة التي يمكن تسويق محاصيلها في السوق المحلي مثل الحمضيات، والموز. علماً إن هذه الأشجار ذات إستهلاك مائي عالٍ جداً مقارنة بالخضروات .

وأعدت المنظمة العربية للتنمية الزراعية (١٩٩٧) دراسة هدفت إلى إجراء تقويم شامل لكفاءة طرق الري الحقلي السطحي التقليدي في المنطقة العربية، وآلية تحسين هذه الكفاءة عن طريق تحديد المعوقات الرئيسية والتقدير الشمولي لفواقد مياه الري في المشروعات الإروائية، وتحديد مسبباتها الرئيسة، كما هدفت الدراسة إلى تحديد التوجهات الرئيسية لتطوير أساليب الري السطحي التقليدي وبناءاً على التقارير القطرية وعلى المعلومات المتوفرة في الدراسات السابقة التي قامت بها المنظمة حول هذا الموضوع وعلى المعلومات المتوفرة من مركز التوثيق العربي بالمنظمة متضمنة إصدارات منظمة الاغذية والزراعية للأمم المتحدة. كما تم التطرق إلى طرق تحديد المقننات المائية للمحاصيل الزراعية، والإشارة إلى طرق قياس التبخرـــ النتح بإستخدام أجهزة الليزيميتر وبعض المعادلات المستخدمة لقياس التبخرـــ النتح كمعادلة بنمان، وثورنثويت وغيرها.

وأعد مركز البحوث والدراسات المائية والبيئية (١٩٩٨) بحثاً هدف الى إعداد الحقائق الخاصة بالإحتياجات المائية مدعومة بالتحليل العلمي، وذلك حتى يمكن تطبيقها لأهميتها في مجال ادارة المياه في المناطق الجافة وشبه الجافة كالأردن. وركزت الدراسة على طرق قياس الإستهلاك المائي، وتقدير الإستهلاك

المائي بالطرق النظرية التي تعتمد على المعلومات الجوية، وكذلك على قياسات الإستهلاك المائي لبعض المحاصيل في الاردن.

وفي دراسة أعدها القاضي والمحيسن(٢٠٠١)حول التقييم المالي والأقتصادي لإنتاج الموز في الأردن لمعرفة مدى الربحية المالية، والإقتصادية لزراعة الموز في الأردن للعمل على زيادة الكفاءة الأقتصادية للموارد المائية المتاحة في ضوء الندرة المائية المتاحة للري في الأردن، وإحتياجات الموز الكبيرة من المياه التي تفوق معظم إحتياجات المحاصيل الزراعية الأخرى. وتوصل البحث إلى أنه يجب حصر زراعة الموز في منطقة الشونة الجنوبية وغور الصافي مع العمل على تحسين نوعية المياه بإستخدام الأساليب التكنولوجية المختلفة.

ب- الدراسات الأجنبية

حظى موضوع الإحتياجات المائية بكم هائل من الدراسات الأجنبية. وتعد المعادلات التي طورها العلماء الغربيون أمثال ثورنثويت، وبنمان، وبليني ــ كريدل وبريستلي وغيرهم الكثير انموذجاً رائداً في دراسات الإحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية، ويلقي هذا الجزء لمحة مختصرة جداً عن بعض الدراسات التي تشبه الدراسة الحالية في موضوعها. فعلى سبيل المثال أجرى Wright (١٩٨٨) بحثاً حول التبخر النتح لمحصول البرسيم في ولاية أيداهو شمال غرب الولايات المتحدة، بإستخدام جهاز الليزوميتر لقياس التبخر اليومي تحت ظروف مختلفة من الطقس. ووجد أن التبخر النتح يصل ١٠ ملم في بضعة أيام خلال الفصل، وعند حصاد هذا المحصول تقل نسبة التبخر النتح الى ٢٥% وأشار إلى أن عمليات تنظيم الري وترتيبه تحتاج الى تقديرات دقيقة لعمليات التبخرــ النتح اليومية. وقد وجد الباحث أن جزءاً من مياه الري تتبخر في الجو وجزء يذهب بالتبخر ــ النتح وجزء آخر يتسرب إلى المياه الجوفية، أي أن هناك فواقد مائية نتيجة سوء تقدير الإحتياجات المائية.

وفي دراسة أعدها Terry وآخرون (١٩٩٨) وضح فيها أن محاصيل الذرة التي تنبت في فصول قصيرة تحتاج الى ري أقل ويكون حصادها أسرع، وقارن الباحثون معدلات التبخر والنتح في الفصول القصيرة، وللفصول الطويلة، وتحت

ظروف ري كاملة. ووجدوا أن الذرة ذات فصل النمو الطويل مستهلكه للمياه بشكل كبير، وليس من الحكمة إستخدامها بالتالي فضلوا نبات الذرة المهجنة ذات فصل النمو القصير. وقد أستخدمت هذه الذرة في تكساس وأصبحت منتشرة في أماكن كثيرة.

وفي دراسة أعداها Manuel and Francesc (٢٠٠٠) قام الباحثان بإستعراض بعض الطرق لتقدير التبخر كطريقة.,Kustas et al حيث قدر بواسطة الحرارة اليومية ودرجة الحرارة الأشعاعية. وهناك طريقة قدمها.,Ibáñez et al ١٩٩٨م. أما هدف الدراسة فهو تقديم طريقة جديدة لتقييم معدل التبخر اليومي لمحاصيل مروية جيداً وذات نسبة مساحة ورقية LAI<٣ أي معامل مساحة الورقة (Leaf Area Index) بإستخدام الأستشعار عن بعد. أن كمية الماء التي يحتاجها القمح والبرسيم والذرة وبعض المحاصيل الأخرى، وذلك عندما يكون مساحة الورق أقل من ٣ ليست بحاجة إلى الري حتى تصبح مساحة ورقته أكبر من ٣ .

وهذه الطريقة مهمة لأنها تعتمد على حساب معدل التبخر اليومي من خلال قياسات يقومون بها طول اليوم وقياسات للطاقة الشمسية ودرجة الأشعاع السطحي، ودرجة حرارة الهواء، والبخار دون الحاجة إلى معرفة سرعة الرياح لأن سرعة الرياح قد تتغير في المساحات الكبيرة وهذا ما يميز البحث.

ويمكن الأستفادة من تلك الدراسات في الحسابات المتعلقة بالتبخر، والمعادلات الرياضية كمعادلة بلاني كردل، وبنمان، وأحواض التبخر من نوع "أ" وحوض بيشي، كذلك أشارت بعض الدراسات إلى موضوع الإحتياجات المائية في الوطن العربي والأردن والتركيز على بعض المحاصيل كالذرة والقمح والشعير.

الفصل الثالث

منهجية الدراسة والتصميم

١,٣ منهجية الدراسة

تم إستخدام المنهج التحليلي، وبعض الأساليب الإحصائية للحصول على نتائج هذه الدراسة. وتم في هذا الفصل ايضاً توضيح البيانات التي حصل عليها الباحث

وطبيعة هذه البيانات ومصادرها ومدى دقتها لأنها تشكل العمود الفقري الذي ترتكز عليه نتائج هذه الدراسة.

٢,٣ البيانات

(أ) البيانات المناخية:

تم الحصول على البيانات المناخية من دائرة الأرصاد الجوية، وتشمل هذه البيانات المعلومات الشهرية لكل من درجة الحرارة بالدرجات المئوية، كميات الأمطار/ملم، التبخر، معدل كمية الغيوم بالأثمان، المعدل اليومي للإشعاع الشمسي الكلي جول/سم^{2} ، معدل ساعات السطوع الشمسي، معدل سرعة الرياح، تكرارات الرياح، معدل الرطوبة النسبية، معدل الضغط الجوي على سطح المحطة، معدل الضغط الجوي على سطح البحر، معدل ضغط بخار الماء.

إعتمدت هذه الدراسة على بيانات مناخية لخمسة محطات توجد في وادي الأردن، وهذه البيانات تستخدم للمعادلات الحسابية لإستخراج التبخر النتح كذلك تم الأستفادة منها في معرفة الخصائص المناخية لمنطقة الدراسة ومثلت هذه البيانات بأشكال بيانية. أما دقة البيانات فهي عالية لأنها معدلات شهرية وتم أخذها لأكثر من سنة. وفي مايلي جدول يبين المحطات المناخية التي تم أخذ البيانات منها.

جدول رقم (٣)

المحطات المناخية لمنطقة الدراسة.

المحطة	خط الطول		دائرة العرض		الارتفاع (متر)
	دقيقة	درجة	دقيقة	درجة	
الباقورة	٣٧	٣٥	٣٨	٣٢	-١٧٠
وادي الريان	٣٥	٣٥	٢٤	٣٢	-٢٠٠
دير علا	٣٥	٣٧	١٣	٣١	-٢٢٤
غور الصافي	٢٨	٣٥	٠٢	٣١	-٣٥٠
مزرعة الجامعة الأردنية	٣٧	٣٥	١٠	٣٢	-٢٣٠

المصدر: دائرة الأرصاد الجوية.

(ب) البيانات الزراعية:

١- انواع المحاصيل الزراعية التي تشمل:

الأشجار المثمرة(الحمضيات، الزيتون، التفاح، الرمان، النخيل، الموز).

المحاصيل الحقلية(قمح، شعير، حمص، ثوم، ذرة صفراء، برسيم).

الخضروات(بندورة، كوسا، بطاطا، فلفل حلو، خس، بصل أخضر).

٢- مساحة الأراضي المزروعة لكل من الاشجار المثمرة، والمحاصيل الحقلية، والخضروات.

٣- الإنتاج السنوي للأشجار المثمرة، والمحاصيل الحقلية، والخضروات.

٤- الإحتياجات المائية للأشجار المثمرة، والمحاصيل، والخضروات.

تم الحصول على البيانات المتعلقة بإنواع المحاصيل، والإنتاج، والمساحة للنباتات في وادي الأردن من وزارة الزراعة والمركز الوطني للبحوث الزراعية ونقل التكنولوجيا/ مركز أقليم الربة، والرجوع إلى المصادر والمراجع المكتبية.

وتعكس المعلومات المتعلقة بالأنواع الزراعية مؤشرات اقتصادية وبيئية. إذ أن انتشار زراعة محصول معين تدل على توفر ربح من هذا المحصول مقارنة بالمحاصيل الأخرى، أو على الأقل هكذا يعتقد المزارع، كما أن تناقص المياه المتوفرة للأغراض الزراعية يجبر المزارعين على تغيير النمط الزراعي المستهلك للماء إلى نمط أقل استهلاكاً للمياه.

(ج) الموارد المائية :

١- موارد المياه السطحية: وتتضمن معلومات عن الأودية فيما يتعلق بالجريان السطحي الدائم، والفيضانات، وكمية المياه المخزونة خلف السدود لهذه الأودية.

٢- موارد المياه الجوفية في منطقة الدراسة من حيث عدد الآبار وإنتاجها.

تم الحصول على معلومات هذه الموارد من وزارة المياه، وسلطة وادي الأردن، وبعض المصادر والمراجع المكتبية، وهذه تفيد في معرفة كميات المياه المتوفرة السطحية، والجوفية، والكميات المستخدمة منها للزراعة، والإستخدامات الأخرى كما تم الحصول على نوعية هذه المياه لما لها من أثر على الإنتاج الزراعي لمعرفة مدى تغير الموارد المائية السطحية، والجوفية لمنطقة الدراسة ومدى تأثر الإنتاج الزراعي بها.

(د) سيناريوهات التغير المناخي المحتمل (الهطول، درجة الحرارة ، سرعة الرياح ،...). وتم الحصول عليه من المصادر والمراجع المكتبية اعتماداً على سيناريوهات التغير المناخي المبني على نتائج نماذج الدورة الهوائية العامة.

٣,٣ تقدير الإحتياجات المائية

تعرف الإحتياجات المائية على أنها كمية الماء المطلوبة لنمو محصول معين في مكان ما خلال فترة زمنية محددة تحت ظروف مناخية معينة. ويشمل هذا الماء عادة واحداً أو أكثر مما يلي:

١- ماء التربة ، ويقسم إلى أنواع عدة هي:

الماء الجزيئي(molecular water)هو الماء الذي يحيط بذرات التربة وهذا الجزء غير قابل للإمتصاص من قبل النباتات.

ماء الإمساك(cohesive water)هو الماء الذي تمتصه دقائق التربة من الجو والمجتذب إلى سطحها، ويقل هذا الشد مع سمك الغلاف المائي حول دقائق التربة.

الماء الشعري(capillary water)عبارة عن الماء الموجود في المسامات الصغيرة الحجم المسماة بأخلية المسام الشعرية، وهذا النوع من الماء لا يجري بتأثير الجاذبية لأن القوة الشعرية أكبر من الجاذبية الأرضية، وهو الذي يغذي النباتات ولا تمتص النباتات سواه، ويزداد وجوده بين حبات التربة الناعمة.

الماء المجتذب(gravity water) هوالماء الذي يشغل أخلية المسام الكبيرة الحجم بحيث تتغلب قوة الجذب الأرضي على مقدرة التربة للإحتفاظ به فينزل إلى أسفل ويغذي الماء الجوفي.

بخار الماء(soil water vapor) يشغل أخلية المسام التي تخلو من الماء. وتتوقف درجة تشبع هواء التربة ببخار الماء على مقدار ما تحتويه التربة من ماء فتزداد الرطوبة النسبية لهواء التربة بزيادة رطوبة التربة.

٢- المطر الفعال(المطر الذي يبقى في منطقة الجذور ويستخدمه النبات في النمو).

٣- الضائعات الحقلية(الماء الراشح من الجداول الفرعية في الحقل والماء الزائد عن حاجة النبات الذي يرشح تحت منطقة الجذور).

٤- ضائعات النقل(الماء الراشح والمتبخر من الجداول الريئسة).

وتتألف إحتياجات المحصول للماء من الإستهلاك المائي لذلك المحصول إضافة للمياه الضائعة عن طريق الرشح، والتبخر من التربة (إتحاد مجالس البحث العلمي العربية، ١٩٨٨).

ويتم تقدير هذه الإحتياجات بطريقتين الإولى تعتمد على الأجهزة، والثانية تعتمد على المعادلات الرياضية.

١- أجهزة قياس التبخر:

يقاس التبخر بمعرفة حجم الماء الذي يتبخر من الوحدة المساحية الواحدة خلال مدة زمنية معينة مثل يوم، أو عشرة، أو شهر كامل. وأجهزة قياس التبخر من المسطحات المائية والتربة كثيرة جداً ولكن أشهرها جهاز حوض التبخر من نوع "أ"، وجهاز بيشي. وتستخدم هذه الأجهزة كمؤشرات للإختلاف الكبير بين فقدان الماء من هذه الأجهزة والأوراق النباتية. وفيما يلي تعريف بالأجهزة وأهم ميزاتها:

أ- حوض التبخر "أ" : جهاز لقياس المعدلات الكامنة للتبخر بالنسبة للجو حيث أن هناك علاقة بين الإستهلاك المائي للنبات، ومقدار ما يتبخر من حوض به ماء. وتعتبر طريقة إستخدامه من أسهل الطرق المباشرة، وكذلك رخص التكلفة، ويستعمل في مختلف دول العالم. وهذا الجهاز مصنوع من معدن حديد مجلفن قطره ١٢٢ سم مطلي بالزنك أو معدن المونيل (٦٧% نيكل ٢,٨% نحاس ٥% معادن أخرى) ويفضل الأخير لمقاومته العالية للصدى، عمقه ٢٥,٥ سم، ويرتكز الحوض على أطار خشبي مشبك، ويكون ارتفاع اسفل قاعدة الوعاء ١٥سم فوق سطح التربة. ويوضع الحوض بشكل مستو، ويملأ بالماء لعمق ٥ سم تحت الحافة العلوية، ويجب أن لا يقل مستوى الماء في الوعاء عن ٧,٥سم من حافة الحوض العلوية في أي حال من الاحوال. ويتم تبديل الماء دورياً لمنع عتمة الماء.

ويسجل عمق الماء بدقة باستخدام مقياس خطافي مزود بميكرومتر للقياس. ويسجل بعد ذلك مستوى الماء على فترات كل ساعة أو كل يوم، حيث يمثل إنخفاض مستوى الماء في الإناء مقدار التبخر عبر تلك الفترت.
وأعتماداً على قراءات التبخر من حوض التبخر يتم حساب الإحتياج المائي كما يلي:

(١) تبخر + نتح كامن = التبخر من الحوض * معامل الحوض

$$ET = Kp * Ep$$

حيث أن:

ET = الإستهلاك المائي (ملم/يوم).

Kp = معامل الحوض ويعتمد على الظروف المناخية السائدة. وتتراوح قيمته ما ٠,٥ إلى ٠,٨ في المناطق الجافة (العرود، ١٩٩٦).

Ep = التبخر من الحوض (ملم/يوم).

تتأثر قياسات وعاء التبخر بكل من الإشعاع الشمسي، وسرعة الرياح، ودرجات الحرارة. ورغم أن النبات يتأثر بنفس المتغيرات المذكورة أعلاه إلا أن

هناك إختلافاً في مقدار الماء المفقود من وعاء التبخر عنه في النبات حيث يبلغ إنعكاس الإشعاع الشمسي بواسطة الأجسام المائية بحدود ٥% في حين يتراوح الأنعكاس من جسم النبات بين ٢٠-٢٥%. لذلك فأن المخزون الحراري في وعاء التبخر كبير نسبياً مما يؤدي إلى أن يكون تبخر الماء من الوعاء ليلاً كبيراً. أما النتح من النبات فيحدث معظمه (٨٥%- ٩٥%) في النهار لغالبية المحاصيل. كذلك فأن الفرق في حركة الرياح والحرارة ورطوبة الهواء القريب من سطح الجسم المائي والنباتات قد تؤدي إلى إختلاف في مقدار المفقود من الماء في الحالتين.

أماالعوامل التي تؤثر على تقدير تلك الأحواض للتبخر هي:

١- قد يحدث أنتقال للحرارة من جوانب الوعاء، وبالأخص في حالة الأوعية الغائرة.

٢- يبدو أثر التعرض لأشعة الشمس واضحاً عند مقارنة التبخر من أحواض مغطاة بشبكة من السلك الذي يستعمل لإتقاء أثر الطيور على الحوض، فقد وجد أن معدل التبخر يقل في الأحواض المغطاة بالشبك بنسبة ١٠% عن الأحواض المفتوحة.

٣- يؤثر موقع الوعاء والبيئة التي يوضع فيها على نتائج القياسات وعلى الأخص عندما يوضع الأناء في أرض غير مزروعة (إتحاد مجالس البحث العلمي العربية، ١٩٨٨).

٤- إختلاف قطاع الرياح فوق المحصول عنه فوق إناء التبخر، فالمحاصيل التي تسمح بمرور الرياح بينها، وليس فقط فوقها، تفقد الكثير من الماء عن طريق نتح المياه من أوراقها السفلى مما ينتج عنه أن يكون معدل الإستهلاك المائي أعلى من التبخر المقاس بالإناء. والشكل التالي يبين شكل جهاز التبخر من هذا النوع.

شكل رقم (٢)
جهاز حوض التبخر من نوع "أ"

ب- جهاز بيشي: يعتبر من أسهل الأجهزة المستخدمة في قياس التبخر حيث يتميز بصغر حجمه ورخص ثمنه مما يجعل من الممكن إستخدام أعداد كبيرة منه في الدراسات، وهو عبارة عن انبوب زجاجي رفيع مفتوح من جهة ومغلق من الجهة الأخرى ويبلغ طوله ٢٢,٥ سم، ولا يزيد قطره الداخلي عن١١ملم، وقطره الخارجي عن ١٤ ملم ، تملأ الأنبوبة بالماء ويوضع سطح مسامي (ورق نشاف) قطرها ٣,٢ سم ومساحتها ١٣ سم^{٢} فوق النهاية المفتوحة بواسطة شريط دائري، ثم تقلب الأنبوبة بحيث تكون ورقة النشاف واقعة في الجزء الأسفل، وتوضع في كشك

الأرصاد (ستيفنسون)، ويقاس التبخر بقراءة إنخفاض مستوى الماء في الأنبوبة المدرجة كل يوم، ويضاف الماء الذي تبخر منه كل يوم (العرود، ١٩٩٦).

ومن مساوىء هذا الجهاز ما يلي:

١- أن التبخر فيه يشبه إلى حد ما التبخر من ورقة نبات لا تعاني من عجز مائي موجودة في الظل. يضاف لذلك أن صافي الطاقة هو العنصرالأكثر تحديداً للتبخر وبالتالي فإن اجهزة بيشي تعطي صورة عن جفافية الهواء وقوته التبخيرية أكثر مما تعطي عن التبخر الحقيقي من أجسام مائية أو سطوح رطبة (العرود، ١٩٩٦).

٢- نتائجه تقريبية فهو شديد الحساسية لأي ذبذبة في سرعة الرياح.

٣- سرعة تراكم الأوساخ على ورقة النشاف يجعل قراءته غير دقيقة.

٤- سهل الكسر. والصورة التالية تبين شكل هذا الجهاز.

شكل رقم (٣)

جهاز التبخر بيشي.

٢- المعادلات التجريبية:

تستخدم الطرق الحسابية في تقدير الإحتياجات المائية حيث أن موضوع ربط الإحتياج المائي خلال فترة نمو المحاصيل المختلفة مع العوامل الجوية الرئيسية قد جذب إهتمام الكثير من الباحثين منذ عام ١٩٠٠م مما أدى إلى ظهور العديد من المعادلات الحسابية في الوقت الحاضر. ويعتبر التبخر ــ النتح الممكن هو أحد الأركان الرئيسة في تحديد كمية المياه اللازمة للمحاصيل الزراعية خلال مراحلها الحياتية المختلفة، ويعرف التبخر النتح الفعلي بانه كمية المياه اللازمة لنضج المحاصيل الزراعية وإعطائها الثمرة المرجوة منها.

وتنطبق هذه المعادلات على ظروف معينة من حيث المناخ ونوع النبات المزروع الذي يؤخذ في الاعتبار في بعض المعادلات. وتعتمد هذه المعادلات على عناصر المناخ الأساسية المحلية (درجة الحرارة- الرطوبة النسبية- مدة وشدة سطوع الشمس- سرعة الرياح).

وتم في هذه الدراسة إستخدام معادلات بنمان (Penman) وثورنثويت (Thornthwaite) وبليني ــ كردل (Blaney-Criddle) للتوصل إلى تقدير الإحتياجات المائية للمحاصيل في وادي الأردن، والأغوار الجنوبية. وتم إستخدام تلك المعادلات لسهولة أستخراج النتائج المتعلق بها، وسهولة قياس العناصر

المناخية التي تتطلبها تلك المعادلات حيث يمكن الحصول عليها من محطات مناخية أو نشرات مناخية، وهي أكثر أستخداماً بين الباحثين. وفيما يلي شرح مختصر لهذه المعادلات.

١- معادلة بنمان penman equation:

تستخدم هذه المعادلة في المناطق التي يمكن فيها تقدير سرعة الرياح ودرجات الحرارة والرطوبة الجوية ونسبة عدد ساعات سطوع الشمس. وتعد هذه الطريقة من الطرق الجيدة لتقدير تأثير العوامل المناخية على الاحتياجات المائية للمحصول، ويمكن كتابة معادلة بنمان على النحو التالي أنظر(العرود،١٩٩٦، شطناوي وآخرون، ١٩٩٨)،

$$PE = \frac{\Delta Rn}{\Psi + \Delta} + \frac{\Psi[2.7 * (0.45 + 0.33u)]}{\Delta + \Psi} \frac{* (ea^* - ea)}{} \quad (٢)$$

حيث أن :

ET= التبخر النتح (ملم/يوم).

ea^*= ضغط بخار الماء المشبع عند درجة حرارة الهواء.

ea= ضغط بخار الماء الفعلي على إرتفاع مترين.

u = سرعة الرياح على إرتفاع مترين (م/ث).

Δ= انحدار ضغط بخار الماء المشبع عند درجة حرارة الهواء. ويمكن كتابتها على النحو التالي (Oroud ,٢٠٠١)،

$$\Delta = \frac{4098 ea *}{(T + 237.3)^2} \quad (٣)$$

حيث أن:

T = درجة الحرارة سلسيوس.

ea^* = ضغط بخار الماء المشبع ويتم حسابه من خلال المعادلة(العرود،١٩٩٦)،

$$ea^* = 6.1078(17.269Ta)(237.3 + Ta) \qquad (٤)$$

Ψ= الثابت السايكرومتري. ويمكن إيجاده بالمعادلة التالية(Allen et al, ١٩٩٨)،

$$\Psi = \frac{pCp}{0.622Le} \qquad (٥)$$

حيث أن:

P= الضغط الجوي على سطح المحطة كيلو باسكال.

Cp= الحرارة النوعية للهواء عند ثبات الضغط الجوي = ١٠٠٤ جول/(كغم ^{o}س).

Le= الحرارة الكامنة للتبخر وتساوي تقريباً ٢,٤٥ *١٠ ^{٦} جول كغم $^{-١}$ من الماء.

Rn= صافي الإشعاع، ويمكن كتابته على الصورة التالية (العرود،١٩٩٧،ص١١١)،

$$Rn = s(1-\alpha) + L_{D-}L_u \qquad (٦)$$

حيث أن:

Rn= صافي الإشعاع على السطح.

s= كمية الإشعاع الشمسي الواصل.

α= معامل الأنعكاس للإشعاع قصير الموجات.

L_D= الإشعاع الحراري القادم من الغلاف الجوي.

L_u= الإشعاع الحراري المفقود من السطح.

ويتم الحصول على كمية الأشعة الشمسية الواصلة للسطح إما من قياسات حقلية أو من تقديرات نظرية مبنية على درجة عرض المكان والشهر أو اليوم وعدد ساعات سطوع الشمس أو الإشعاع الشمسي (أنظر Allen et al, ١٩٩٨).

أما الإشعاع الحراري المنبعث من سطح الأرض فيتم تقديره حسب قانون ستيفان بولتزمان الذي ينص على أن كمية الإشعاع الحراري المنبعث من سطح أسود تتناسب طردياً مع القوة الرابعة لدرجة حرارة الجسم وإشعاعية السطح (انظر العرود، ١٩٩٧).

$$Q = \in_s \sigma \ T_s^4 \qquad (٧)$$

حيث أن:

Q= الطاقة الكهرومغناطيسية المنبعثة من السطح (وات م$^{-٢}$).

$\in_s$ = اشعاعية السطح.

σ = ثابت ستيفان بولتزمان ويساوي (٥,٦٦٧× ١٠$^{-٨}$ وات م$^{-٢}$ ك$^{-٤}$).

T = درجة حرارة السطح المطلق.

أما الإشعاع الحراري الوارد من الغلاف الجوي فيعتمد على كمية بخار الماء في الجو ودرجة حرارة الهواء(Oroud and Naserallah, ١٩٩٨).

٢- معادلة ثورنثويت Thornthwaite equation:

تعتبر هذه المعادلة إحدى الطرق المستخدمة لتقدير التبخر- النتح من واقع متوسطات درجات الحرارة ، وتكتب معادلة ثورنثويت التي تستخدم في حساب التبخير الشهري غير المعدل على النحو التالي(خليل ، ١٩٩٨، ص٣٥٠-٣٥١).

$$PET = 16\left(10 \times \frac{T}{I}\right)^a \times E \qquad (٨)$$

حيث أن :

PET = مقدار التبخر الكلى غير المعدل ملم/ شهر.

T = المتوسط الشهري لدرجة حرارة الجو^{o}س.

E = مقدار التصحيح للتبخر الذي يعتمد على درجة العرض والشهر من السنة.

وتتراوح قيمته في الأردن من ٠,٩ تقريباً في فصل الشتاء إلى حوالي ١,١٥ في أشهر حزيران وتموز.

a= معامل يختلف باختلاف قرينة الحرارة (I) ويتم حسابه من المعادلة الآتية (Rosenberg et al, ١٩٨٣)،

$$a = I^{٣} - ٠,٠٠٠٠٧٧١\ I^{٢} + ٠,٠١٧٩٢\ I + ٠,٤٩٢٤٩ \qquad (٩)$$

٠,٠٠٠٠٠٠٦٧٥

I = قرينة الحرارة وتعتمد على متوسط درجة الحرارة الشهري وتساوي مجموع المؤشرات المحسوبة لكل شهر من اشهر السنة على حدة.

$$I = \sum_{I}^{12} i \qquad (١٠)$$

i = المدلول الشهري للحرارة = $\left(\frac{T}{5}\right)^{1.514}$

حيث أن:

T = معدل درجة الحرارة الشهري درجة مئوية.

٣- معادلة بليني – كريدل Blaney - Criddle :

تم تطويرها لتقدير الإستهلاك للمحاصيل المروية في غرب الولايات المتحدة الأمريكية؛ وهذه المنطقة تتصف بأنها أراضي صحراوية جافة. حيث توجد فيها صحراء اريزونا، ونيفادا، وكلورادو، ونيومكسيكو. وتعتمد على الفرضيات التي طورت في طريقة ثورنثويت، كما إستخدمت درجة الحرارة وطول اليوم كمتغيرات رئيسة في هذه المعادلة. وأحدث شكل لهذه المعادلة إستخدمتها مصلحة صيانة التربة الأمريكية في عام ١٩٧٠ كما يلي(Leopold and Dunne ,١٩٧٨,p١٣٩).

$$E_t = (0.142T_a + 1.095)(T_a + 17.8)kd \qquad (١١)$$

حيث أن:

E_t= التبخر النتح الكامن (سم/شهر).

T_a= متوسط درجة حرارة الهواء بالدرجات المئوية.

k= معامل تجريبي للمحصول ويتغير مع نوع المحصول ودرجة النمو ويتم إستخراجه من جدول خاص. ويعتمد هذا المعامل على نوع المحصول هل هو دائم أم فصلي.

d= نسبة الإضاءة الشهرية.

وطور عامل المحصول بشكل أساسي من الدراسات في غرب أمريكا لذا يجب التحقق منه حسب الظروف المحلية قبل التطبيق. ويعكس عامل المحصول فروق الخشونة والإشعاعات الصافية التي تتأثر بتركيب المحصول خلال مراحل النمو. وبشكل عام يزداد عامل المحصول مع طول النبتة وأيضاً يعكس الفروق في طريقة امتصاصها.

٤,٣ الخصائص المناخية

١,٤,٣ الخصائص المناخية العامة

يقع الأردن ضمن مناخ البحر المتوسط المتأثر بالمناخ الصحراوي في الجزء الجنوبي، والشرقي منه. ويتأثر مناخ الأردن بعوامل هي: الموقع الفلكي والجغرافي والتضاريس. فموقعه الفلكي الممتد طولياً ما يزيد على اربع درجات عرضية من ٢٩ درجة إلى ٣٣ درجة شمالاً، وخطي طول ٣٤ و ٣٩ درجة شرقاً، هو الضابط الأساسي للأحوال المناخية في البلاد، وتؤدي زحزحة النطاقات العامة للضغط الجوي والرياح الى وقوع الأردن ضمن نطاق الضغط المداري المرتفع في فصل الصيف(جفاف المناخ وهدوء الرياح وقلة الغيوم وإرتفاع درجة الحرارة)، وضمن

الأقاليم المعتدلة في الشتاء (يتعرض للمنخفضات الجوية التي تتكون في الحوض الأوسط للبحر المتوسط).

كما أن للموقع الجغرافي أهمية في تحديد الصفات المناخية للأردن، إذ أن أكبر المسطحات المائية القريبة للأردن هي البحر المتوسط، كما أنه يقع على الحافة الشمالية الغربية للصحراء العربية الكبرى(شبه الجزيرة العربية)، وعلى الطرف الشرقي للصحراء الكبرى الأفريقية التي تؤثر على مناخ الأردن بين الحين، والآخر (المنخفضات الخمسينية في فصل الربيع)، وبهذا يتأثر بخصائص البحر المتوسط وجنوب أوروبا تاره، وتأثيرات الصحراء تاره أخرى، مما يعرضه لسنوات خصب أحياناً وسيادة الجفاف في سنوات أخرى أعتماداً على المناخ الذي يطغى أكثر.

أما بالنسبة للتضاريس فيعتبر العامل الجغرافي المهم الذي يؤثر على التباين المكاني لعناصر المناخ الرئيسة في الأردن. فتوزيع الأمطار، ودرجة الحرارة، والرطوبة النسبية، وغيرها، يأخذ شكل نطاقات طولية تمتد من الشمال الى الجنوب وتتطابق حدودها مع حدود المظاهر التضاريسية الكبرى التي تمتد في نفس الأتجاه. أن لتباين التضاريس الكبير أثر واضح على تنوع الأقاليم المناخية، وتعددها حيث يسود المناخ المداري الجاف في وادي الأردن بينما يسود مناخ البحر المتوسط البارد شتاءً والجاف صيفاً في المرتفعات الجبلية.

أن معظم الأمطار التي تسقط على الأردن إعصارية المنشأ، وتزداد كلما اتجهنا شمالاً لقرب هذه المنطقة من مسارات المنخفضات الجوية؛ كما تزداد في الجهات المرتفعة لدور الجبال في إبطاء سرعة المنخفضات الجوية من جهة وإجبارها كمية أكبر من الهواء على الصعود للأعلى، وتكاثفه من جهة أخرى. وتبدأ الأمطار من أواخر تشرين الأول، وتستمر حتى شهر آيار، بيد أن القسم الأكبر من التساقط يهطل في الفترة مابين كانون الأول، وآذار، وفي أكثر السنين يهطل قسم من هذا التساقط على شكل ثلوج على الأراضي المرتفعة، ويمتد أثرها جنوباً حتى رأس النقب (البحيري،١٩٩١).

تتصف كمية الأمطار التي تهطل على الأردن بالتفاوت الكبير من موسم إلى آخر، لإختلاف عدد المنخفضات الجوية التي تصل شرقي البحر المتوسط من عام

لآخر. ويبلغ حجم الأمطار في السنوات الجافة التي تسقط فوق الأردن حوالي ٦ مليار م^{٣} مقابل ١١,٥ مليار م^{٣} في السنوات الغزيرة المطر(وزارة المياه والري، ٢٠٠٢). وفي ما يلي جدول يوضح توزيع النطاقات حسب الهطول المطري ونسبة مساحة كل منها.

جدول رقم (٤)

معدل سقوط المطر والنسبة المئوية للمساحات التي تستقبل هذا المعدل.

النطاق	معدل سقوط الأمطار (ملم/سنة)	النسبة المئوية للمساحة (%)
شبه رطب	٥٠٠-٦٠٠	%١,١
شبه جاف	٣٠٠-٥٠٠	%١,٨
هامشية	٢٠٠-٣٠٠	%٦,٧
صحراء (جاف)	دون ٢٠٠	%٩٠,٤

المصدر: وزارة المياه والري (٢٠٠٣).

نلاحظ من الجدول أن ٩٠% تقريباً من المساحة الكلية للأراضي الأردنية هي مناطق صحراوية (مساحة الأردن ٨٩,٣ ألف كم^{٢})، بينما نجد أن المناطق التي يمكن أن تمارس فيها الزراعة وتنمو فيها الغابات لا تزيد نسبتها عن ٩,٦% وهي مناطق المرتفعات الجبلية.

تعتبر الأشهر كانون أول وكانون الثاني وشباط هي الأكثر برودة حيث تنخفض درجات الحرارة الى حدها الأدنى، بينما تمثل أشهر حزيران، وتموز، وآب أكثر أشهر السنة إرتفاعاً لدرجات الحرارة، ففي المناطق الجبلية يبلغ معدل درجات الحرارة ٨ درجة مئوية في فصل الشتاء، لكنها ترتفع الى ٢٥^{o}س في فصل الصيف أما منطقة وادي الأردن فأن معدل درجات الحرارة اليومية يبلغ ٣٠^{o}س في فصل الصيف بينما تنخفض الى ١٥^{o} س. وقد سجلت أعلى درجة حرارة في الأردن ومقدارها ٥١,٢^{o} س في وادي الاردن قرب البحر الميت.

تبلغ الرطوبة النسبية في المناطق المرتفعة حوالي ٧٠% في فصل الشتاء و٦٥% في منطقة وادي الأردن وتنخفض الى ٦٠% في المناطق الصحراوية. هذا

وتكون الرطوبة النسبية منخفضة في فصل الصيف. أما الرياح السائدة هي الغربية أو الجنوبية الغربية خلال الشتاء، وتتعرض البلاد الى الرياح الشرقية في فصل الشتاء في فترة الاربعينية الممتدة من الأنقلاب الشتوي في الثلث الأخير من كانون الأول وحتى نهاية كانون الثاني، وتكون هذه الرياح جافة وباردة. وعند هبوب الرياح الشرقية صيفاً تكون حارة جافة، وتسود في فصل الصيف الرياح الشمالية الغربية. ويبين الشكل رقم (٤) الأقاليم المناخية في الأردن.

٢,٤,٣ الخصائص المناخية لمنطقة الأغوار

يحيط بوادي الأردن من الجهتين الشرقية، والغربية سلسلة من الجبال يصل ارتفاع بعضها الى ٩٠٠-١٥٠٠م فوق مستوى سطح البحر، وتنخفض المنطقة تحت سطح البحر مابين ٢٠٠-٤٠٠م، ونظراً لإنخفاضها الكبير عن مستوى سطح البحر، وكميات الأمطار القليلة نسبياً ودرجات الحرارة المرتفعة فأن هذه المنطقة تتصف بأنها ذات مناخ مداري جاف، حيث الحرارة المرتفعة والجافة صيفاً، والدفء والرطوبة شتاءً، ولأهمية عناصر المناخ (الحرارة،الأمطار،الرطوبة والتبخر) في تقدير الإحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية فسوف يتم التطرق لها باختصار:

١- **درجة الحرارة:** يتميز شتاء الأغوار بالدفء النسبي، أذ لا يقل المعدل في الفصل البارد عن ١٣°س في وادي الريان في الشمال، ويتزايد المعدل كلما اتجهنا جنوباً ليصل إلى ١٦°س في غور الصافي. أما في فصل الصيف فيتراوح معدل درجة الحرارة في شهر آب من ٣٠°س شمال غور الأردن إلى ٣٢°س في غور الصافي. ويرجع إنخفاض درجة الحرارة في شمال الوادي مقارنة مع جنوبه إلى عاملين:

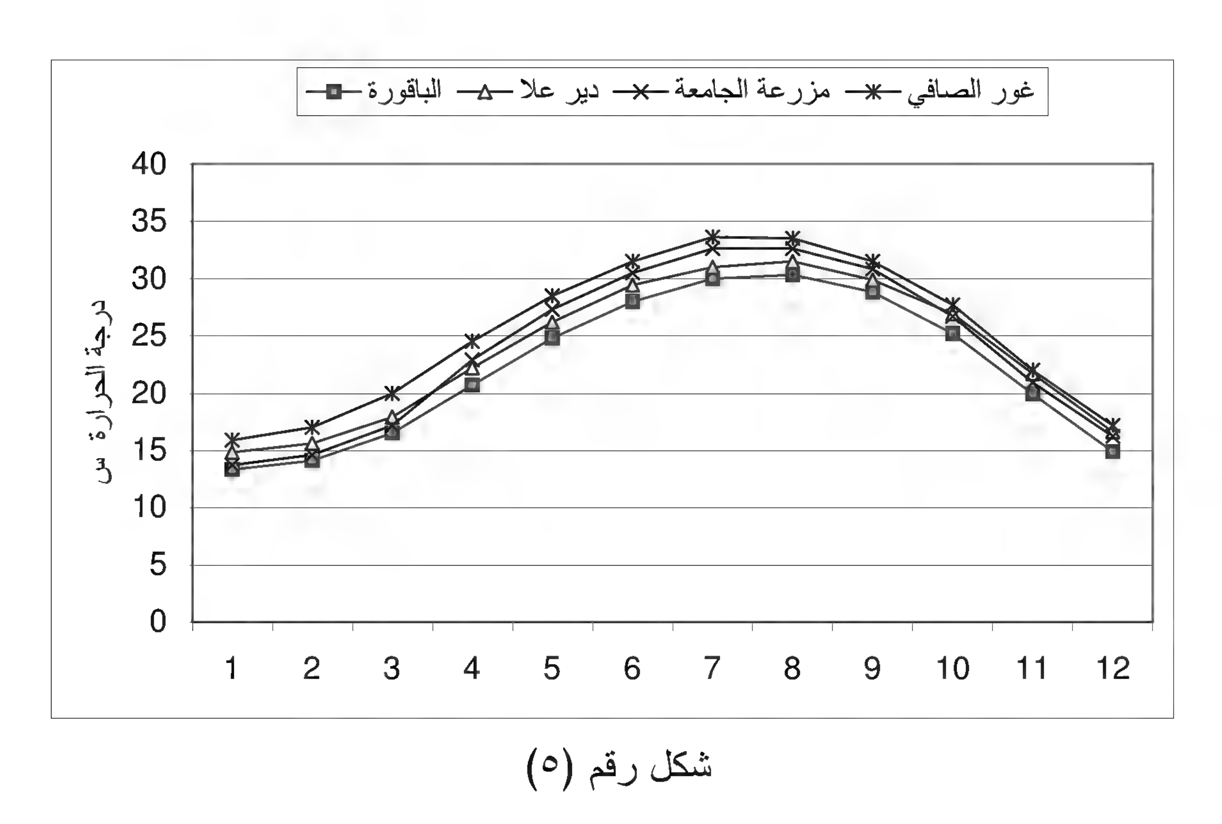
١- أنفتاح الغور الشمالي على المؤثرات البحرية للبحر المتوسط.

٢- أرتفاع منسوب الغور الشمالي مقارنة مع الجنوبي. فعلى سبيل المثال يقع غور الصافي على منسوب ٣٥٠م دون سطح البحر بينما يقع وادي الريان على ارتفاع ٢٠٠م دون سطح البحر. تزيد درجة حرارة التربة عن حرارة الهواء في الأخدود بمعدل ٢ إلى ٣ درجات مئوية، وتزداد أرتفاعاً في أعماق التربة في فصل الشتاء ولكنها تقل في فصل الصيف.

ويتكرر حدوث الصقيع خاصة في منطقة الأغوار الشمالية مسبباً خسائر جسيمة للمزارعين هناك، وتعد موجة الصقيع التي تعرضت لها هذه المنطقة خلال

الفترة الممتدة من ٣ إلى ٦ كانون الثاني عام ١٩٨٩ من أشد موجات الصقيع خلال العشرين سنة الماضية، اذ استمرت موجة الصقيع أربعة ايام متتالية انخفضت درجة الحرارة خلالها إلى أقل من – ٦°س في الشونة الشمالية، وقد وصلت نسبة الضرر التي لحقت بالمزروعات في بعض الأحوال إلى ١٠٠%، وقد كان لكثرة تكرار الصقيع في الأغوار أثر كبير في تغيير النمط الزراعي حيث تقلصت زراعة الموز كثيراً وحلت محله محاصيل أخرى أكثر مقاومة للصقيع(شحادة، ١٩٩١).

وخلاصة القول تشكل أراضي وادي الأردن نطاقاً من الأراضي الحارة صيفاً، والمعتدلة شتاءً، فرغم كونها صحراء، إلا أن المدى الحراري السنوي هنا أضيق كثيراً من البادية. ويوضح شكل (٥) معدل درجة الحرارة في مناطق غور الأردن.

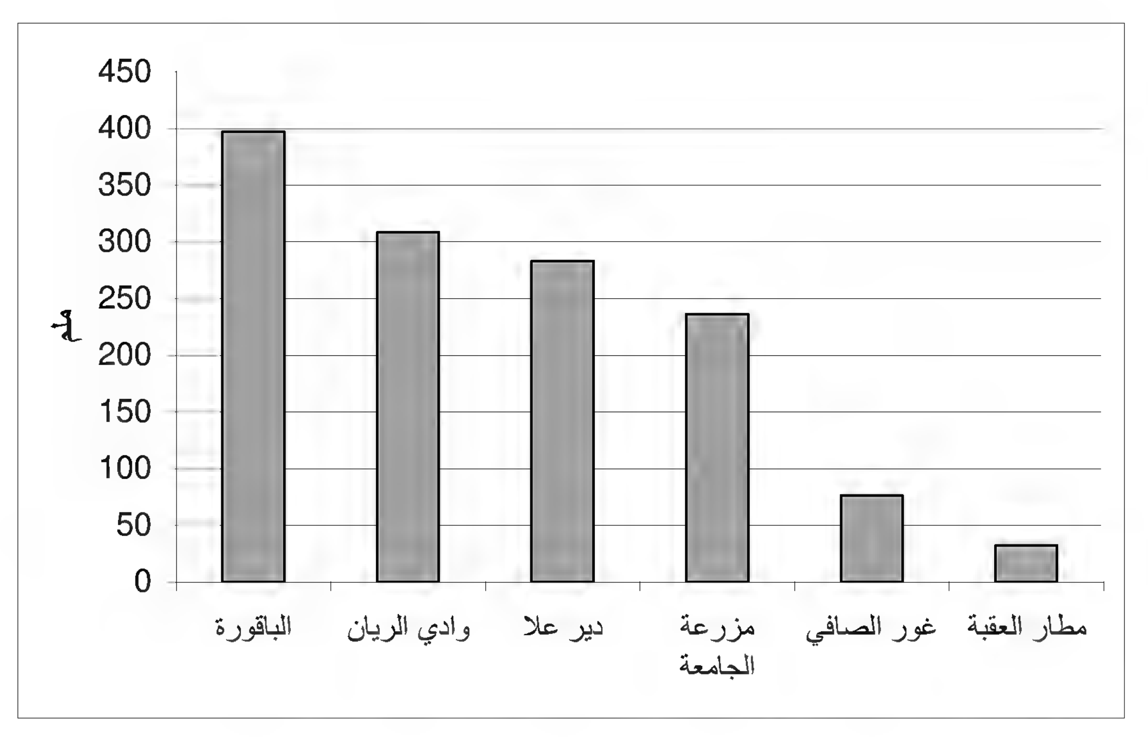


شكل رقم (٥)

معدل درجة الحرارة الشهري في مناطق الأغوار.

٢- **الأمطار:** هناك تباين في الكمية والتوزيع الموسمي للأمطار في مناطق وادي الأردن ويهطل أكثر الأمطار خلال فترة الشهور الثلاثة الممتدة من كانون الأول وحتى شباط. وتنخفض كمية الأمطار في منطقة وادي الاردن والأغوار الجنوبية

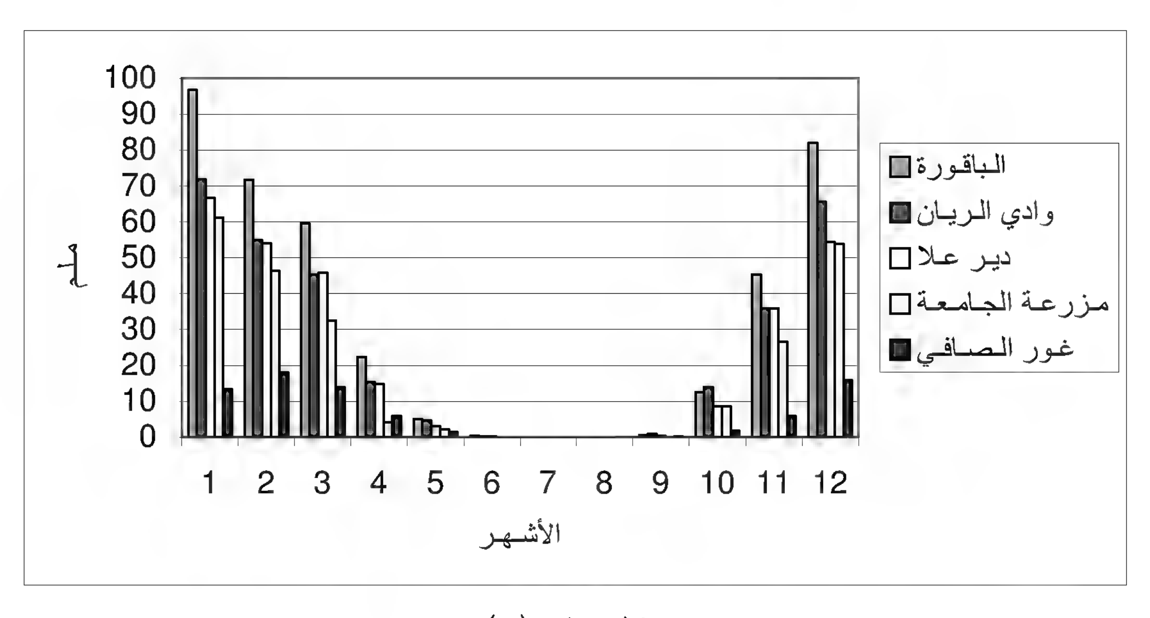
مقارنة بالمرتفعات نتيجة لإنخفاضها ووقوعها في ظل المطر وتتناقص الأمطار ايضاً من الشمال إلى الجنوب وتصل إلى ٣٨٠ ملم في الأغوار الشمالية وتنخفض إلى ٧٠ ملم في غور الصافي.



شكل رقم (٦)

معدل كميات الأمطار السنوية في غور الأردن والعقبة.

وهناك تدرج عرضي ابتداء من جانبي الوادي حتى النهر وتتضاعف كمية الأمطار في الاتجاهين. ومع هذا فالأمطار من القلة بحيث يمكن إعتبار وادي الأردن برمته ممراً صحراوياً ممدوداً خارج عروضه إذا ما قورن بالمرتفعات على جانبيه (البحيري، ١٩٩١). وفي حين يلعب ضيق الوادي دوراً هاماً في تأكيد أثر الظل فإن درجة الحرارة العالية، وبالتالي عظم طاقة التبخير، تقلل من الأثر الفعلي للأمطار، ولذا يعاني الوادي من عجز مائي مزمن، فلا تقوم الزراعة إلا على الري في الأغور الجنوبية ويتم الأعتماد على الأمطار، والري في الجهات الشمالية من الوادي.

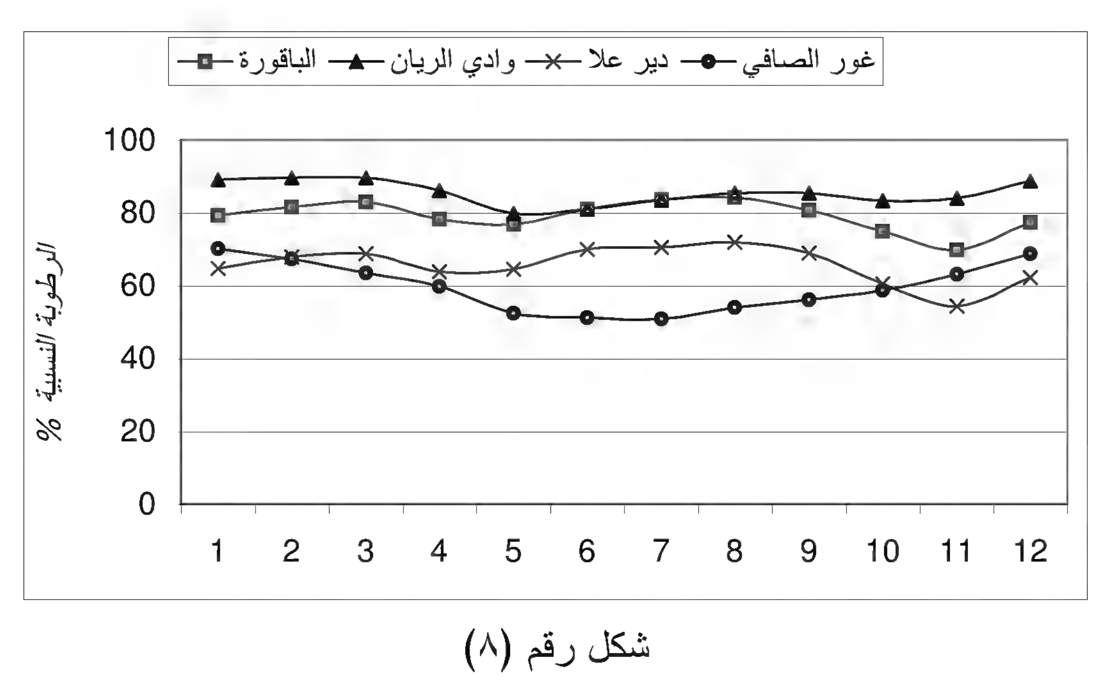


شكل رقم (٧)

معدل كميات الأمطار الشهرية في وادي الأردن والأغوار الجنوبية.

ونلاحظ تفاوت في الكمية بين مناطق الوادي حيث تصل أعلى كمية في منطقة الباقورة ٩٧ ملم تقريباً في شهر كانون الثاني بينما لا تتجاوز ١٣ ملم في غور الصافي في نفس الشهر، ويؤثر هذا الوضع كما سيتم نقاشه لاحقاً علىالإحتياجات المائية الشهرية.

٣- **الرطوبة النسبية:** وهي النسبة بين كمية بخار الماء الموجودة فعلاً في الهواء وكمية بخار الماء اللازمة حتى يكون الهواء مشبعاً. ويعد وادي الأردن خصوصاً الأغوار الجنوبية من أكثر المناطق جفافاً إذ يبلغ معدل الرطوبة النسبية ٧٩% في الباقورة وينخفض إلى ٥٨% في غور الصافي. وتصنف فترة الشهرين أيار وحزيران الأكثر جفافاً خلال العام. وتتفاوت الرطوبة النسبية كثيراً خلال الموسم الواحد في مختلف المناطق الزراعية البيئية وخلال المواسم المختلفة للمنطقة الواحدة، والشكل (٨) يوضح ذلك.

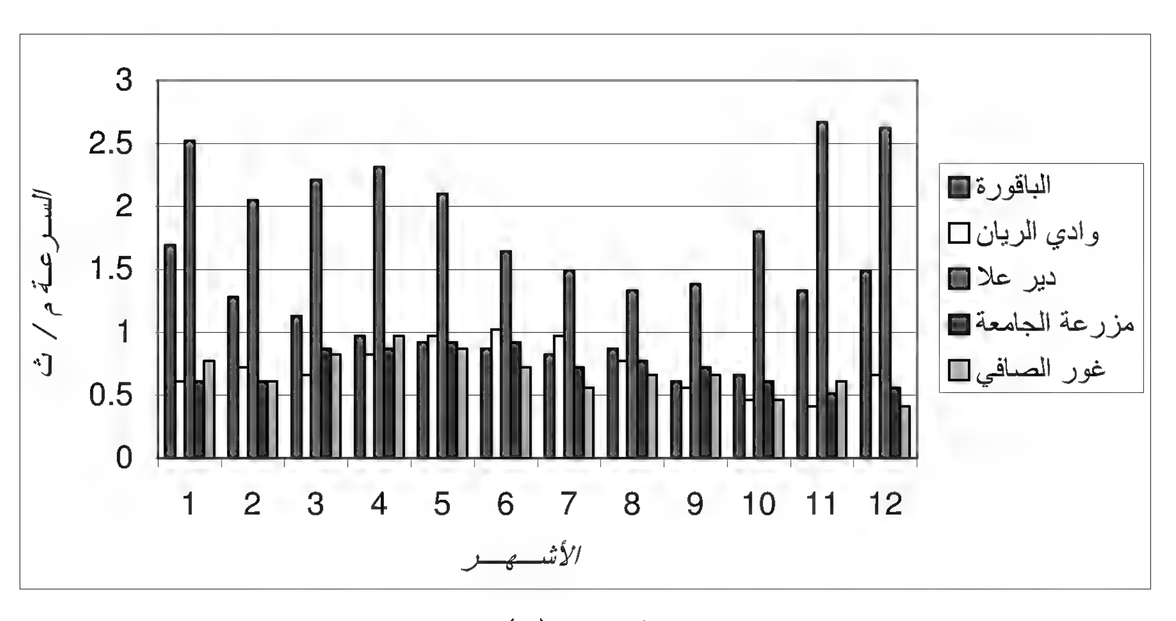


شكل رقم (٨)

معدل الرطوبة النسبية للأشهر خلال السنوات ١٩٧٧-٢٠٠٠م.

٤- **الرياح:** تسود الرياح الشمالية في الشتاء حيث تعتبر أكثر تكرراً، وأحياناً تهب الرياح من الجنوب وتصل سرعتها ٨-١٢ عقدة. وقد تصل سرعة الرياح أحياناً حوالي ٢٢-٢٨ عقدة، وتهب الرياح بشكل عام من الجهات الجنوبية الغربية والجنوبية الشرقية خلال الأشهر من كانون الأول إلى شهر آذار. وتحمل الرياح الجنوبية معها الغبار والرمال مما يقلل من الرؤية إلى ٢ كم أو أقل ثلاثين مرة في السنة. أما الرياح العاصفة فنادرة جداً، وتسود الرياح الهادئه عادةً في الليل والصباح.

وتسود في الصيف الرياح الشمالية الغربية خاصة الرياح في أشهر حزيران وتموز وآب، تبلغ نسبة الرياح الهادئة ٢٠-٣٠%. وتترك الرياح الشرقية التي تهب خلال فصل الشتاء آثاراً بيئية زراعية سيئة إذ عادةً ما تكون هذه الرياح باردة تحد من النمو الطبيعي لمعظم المحاصيل الحساسة للبرودة. وقد تعطل هذه الرياح عملية عقد الأزهار لأشجار الحمضيات في منطقة ديرعلا وخصوصاً إذا هبت بشدة خلال فترة الأزهار. والشكل التالي يوضح سرعات الرياح في منطقة الوادي.



شكل رقم (٩)

معدل سرعة الرياح للأشهر في الأغوار م/ث.

نلاحظ من الشكل البياني أن سرعات الرياح تختلف نسبياً من منطقة إلى أخرى لكن لا توجد سرعات عالية فأعلى سرعة نجدها في منطقة ديرعلا حيث يتراوح معدل السرعة ٢,٧ م/ث في شهر تشرين الثاني وتقل لتصل إلى ١,٣ م/ث، أما في محطة غور الصافي فيبلغ معدل السرعة أقل من ١ م/ث لجميع أشهر السنة.

وتبين وردة الرياح في الشكل (١٠) لمحطة دير علا أن الأتجاه العام للرياح شمالي وشرقي، أما السرعة فنسبة تكرارها ٧,٩% من ١-٦ عقدة من الجهة الشمالية، ونجد أعلى سرعة للرياح من الجهات الشرقية بسرعة من ٢٨-٣٣ عقدة ولكن نسبة تكرارها قليلة جداً ٠,١%. ويبين شكل (١١) وردة الرياح لمحطة غور الصافي ويلاحظ أن اتجاه الرياح السائد هي الرياح الشمالية بنسبة تكرار ٨,١%، وأعلى سرعة لهذا الأتجاه تتراوح ما بين ١٧-٢٧ عقدة، والأتجاه الأخر الأكثر تكراراً هو الشمالي الغربي ولكن بنسبة تكرار تصل ٢%، وأخيراً الأتجاه الجنوبي بنسبة تكرار ٢,٦%، وأعلى سرعة لهذا الأتجاه تتراوح من ٧- ١٦ عقدة. وتبلغ نسبة سكون الرياح حوالي ٥٣% في محطة دير علا أما في غور الصافي فإن نسبة السكون للرياح تصل إلى ٧٨% تقريباً.

٥,٣ الوضع المائي في منطقة الدراسة

١,٥,٣ الوضع المائي

بدأ تطوير المصادر المائية في وادي الأردن منذ الخمسينات، وتم إنشاء قناة الملك عبدالله وملحقاتها وإقامة السدود التخزينية، والتحويلية على الأودية الجانبية لتخزين وتحويل المياه لإستخدامها لغايات الري، والشرب، والصناعة.

ونظراً للأهمية التنموية(الإقتصادية والإجتماعية) للقطاع الزراعي اتجهت الجهود إلى زيادة الإنتاج الزراعي دون الأهتمام بكميات المياه المستغلة لهذا الإنتاج. ومع تفاقم مشكلة المياه بسبب ضعف الموارد المائية فإن من الواجب إعادة النظر في التعامل مع هذا المورد الحيوي المهم، حيث أنه من المتوقع أن تتنامى الإحتياجات المائية للأغراض الزراعية في وادي الأردن لتصبح بنحو ٥٠٠ مليون متر مكعب بحلول ٢٠٢٠م، وقد تم تطوير المصادر المائية عن طريق بناء السدود التي أهمها سد الملك طلال، ووادي العرب، وشعيب، والكفرين، وسدود الموجب، والتنور، والوالة التي تم الأنتهاء من بناءها، والوحدة وهو قيد الإنشاء. وبشكل عام تتكون المصادر المائية على سطح الأرض نتيجة هطول الأمطار وتساقط الثلوج، وسيتم الحديث عن الموارد المائية في وادي الأردن وهي كما يلي:

١- مصادر المياه السطحية

تعرف بانها المياه التي تجري أو تخزن فوق سطح الأرض كمياه الأنهار والبحيرات والسيول والينابيع، وتشكل المياه السطحية النصيب الاكبر من مجمل الموارد المائية المستعملة للري في منطقة وادي الأردن، وتبلغ نسبتها ٧١% من مجمل الموارد المائية في الوادي. وقد شكل نهر اليرموك ٦٠% من مجمل المياه السطحية مقابل ٢٥% لوادي الزرقاء الباقي وهو ١٥% فقد جاء من ثمانية أودية جانبية من المرتفعات الشرقية لنهر الأردن هي وادي العرب، راجب، الكفرين، شعيب، زقلاب، كفرنجة، والجرم، وحسبان(وزارة المياه، ٢٠٠٢).

ويجري التحكم بمياه نهر الزرقاء مع أربعة من الأودية الجانبية(العرب، زقلاب، شعيب، الكفرين) من خلال سدود أقيمت لهذا الغرض. أما جريان باقي الأودية فيجري تحويل مياهها مباشرة إلى أنابيب نقل وتوزيع المياه، وتستعمل مياه

نهر اليرموك في الوقت الحاضر مباشرة طيلة أشهر السنة بإستثناء مياه فيضان الشتاء التي يجري خزنها في سد وادي العرب لإستعمالها عند الحاجة في غير موسم الشتاء.

وفي الأغوار الجنوبية تشكل موارد المياه السطحية ٩٨% من جملة موارد التزويد بالمقارنة مع المياه الجوفية التي تشكل ٢%. فقط وتعتبر أودية الحسا وبن حماد والكرك وفيفا والذراع من الموارد الرئيسة لنظام التزويد المائي في هذه المنطقة(القاسم، ١٩٩٥).

والجدول التالي يبين مصادر وكميات مياه الري في وادي الأردن والأغوار الجنوبية خلال الفترة ١٩٩٠-٢٠٠٢م.

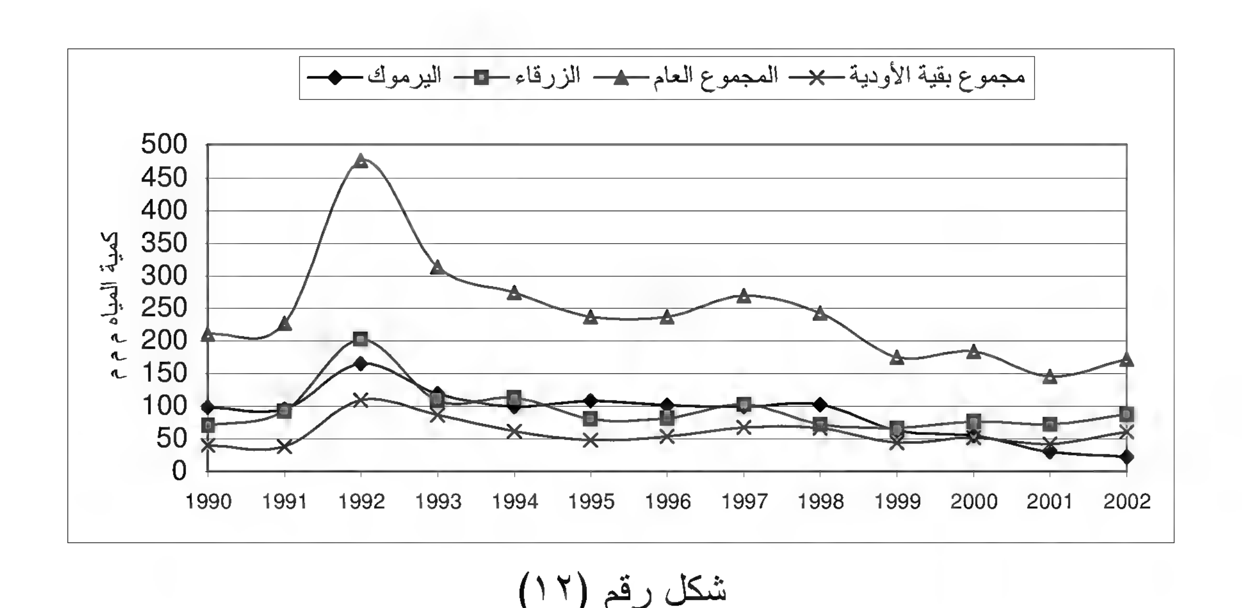
جدول رقم (٥)

التزويد المائي للمناطق المروية في الأغوار من ١٩٩٠-٢٠٠٢م (م م م).

الوادي السنة	العرب	الزرقاء	زقلاب	شعيب	اليرموك	الكفرين	حسبان	كفرنجة	راجب	المجموع
١٩٩٠	١٥,٢	٧١,٢	٦,١	٢,٦	٩٨,٤	٨,٨	٢,٤	٠,٧	٠,٦	٢٠٩,٨
١٩٩١	٩,١	٩٢,٨	٥,٦	٣,٦	٩٥,٥	١٢,٨	٢,١	٠,٧	١,٢	٢٢٦,٩
١٩٩٢	٣٠,٤	٢٠٢	١٠,٨	١٩,٣	١٦٥	٣٨,١	١,١	١,١	٣,٦	٤٧٦,٤
١٩٩٣	١٥,٥	١٠٨	٩,٨	١٥,١	١١٨,٥	٢٦,١	٣,٠	١,٤	٦,٥	٣١٢,٩
١٩٩٤	١٧,٢	١١٣	٨,٥	٥,٤	٩٩,٥	١٦,٤	٢,٢	٠,٧	٣,٢	٢٧٤,٣
١٩٩٥	١٧,٨	٨٠,٢	٥,٩	٥,٢	١٠٨	٩,٥	٠,٢	١,١	٤,١	٢٣٦,٨
١٩٩٦	٢٤,٥	٨١,٧	٦,٤	٣,٧	١٠٠,٨	٩,٣	١,٧	٠,٨	٣,٢	٢٣٧
١٩٩٧	٢٧,٦	١٠٢	٦,١	٧,٣	٩٩,٥	١٤,١	٢,٥	١,٠	٤,٢	٢٦٩,٣
١٩٩٨	٢٣,٤	٧٢,٩	٦,٢	٤,٢	١٠٢,٣	١١,٢	٢,١	٨,٨	٦,٥	٢٤٢,٤
١٩٩٩	١٩,٦	٦٧,١	٦,٢	٤,٢	٦٢,٨	٦,٦	١,٦	١,٩	١,٧	١٧٤,٤
٢٠٠٠	١٩,٦	٧٧,١	٥,١	٤,٦	٥٤,٦	٨	١,٤	٥,٠	٣,٥	١٨٣,٤
٢٠٠١	١٨,٥	٧٢,٨	٤,٤	٤,٣	٣٠,٤	٦,٦	١,٣	٢,٧	١,٧	١٤٥,٤
٢٠٠٢	٢٢,٨	٨٧,٥	٤,١	٧,٨	٢٢,٨	١٤,٦	٣,٢	٣,٦	٢,٦	١٧١,٥
المعدل	٢٠	٩٤,٤	٦,٥	٦,٧	٨٩	١٤	١,٩	٢,٢	٣,٢	٢٤٣

المصدر: سلطة وادي الأردن، ملاحظة م م م تعني مليون متر مكعب.

وعند الأطلاع على أهم المصادر المائية التي تزود منطقة وادي الأردن نجد أن نفق اليرموك التحويلي (نهر اليرموك) وسد الملك طلال (على وادي الزرقاء) من أهم هذه المصادر المائية السطحية، وقد بلغت نسبة كمية المياه لكلا المصدرين (٨٠,٧%) من مجموع التزويد الكلي لعام ١٩٩٠ ثم إنخفضت إلى (٦٧,٣%) عام ٢٠٠٢، وهناك علاقة بين مجموع التزويد الكلي للمصادر المائية السطحية وكمية الأمطار، ويجب الأخذ بعين الأعتبار أن جزءاً من التزويد الكلي يضخ إلى محطة دير علا/عمان، كما أن جزءاً من مياه نهر اليرموك يجري تخزينه في سد وادي العرب لإستعماله عند الحاجة في غير موسم الشتاء. والشكل التالي يبين أهم الأودية المائية، ومقارنة كميته مع بقية الأودية.



شكل رقم (١٢)

كمية المياه في أهم الأودية المائية ومقارنتها مع باقي الأودية في منطقة الدراسة.

تمتاز المياه السطحية في وادي الأردن بعدة ميزات منها:

١- أن منطقة وادي الأردن منطقة تجميع لمعظم المياه السطحية الأمر الذي جعلها تحظى بنصيب وافر من التنمية.

٢- تعتبر المياه السطحية العمود الفقري للتنمية في وادي الأردن.

٣- مياه الجريان الدائم تزيد عن ٧١% من مجموع المياه السطحية.

والشكل رقم (١٣) يبين المصادر المائية لمنطقة وادي الأردن والأغوار الجنوبية.

٢- المياه العادمة

للمياه العادمة المعالجة دور مهم في نظام التزويد المائي لمناطق نهر وادي الأردن. وتشكل نسبة ١٠% من مجمل الموارد المائية، وهناك ست محطات للتنقية تجري مياهها في مجاري تتجه من المرتفعات الشرقية إلى الغرب، وأهمها التي تخرج من محطة تنقية السمراء وتصب في سد الملك طلال المقام على نهر الزرقاء الذي تبلغ طاقته التخزينية الكلية ٨٦ مليون متر مكعب، وتزداد كمية المياه العادمة المعالجة من محطة السمرا مع مرور الأعوام نظراً لزيادة كميات المياه العادمة الناتجة من مجاري مدينتي عمان، والزرقاء، وضواحيهما. وتقدر كمية التزويد المائي للمحطة ٧٠ مليون متر مكعب عام ٢٠٠٥.

"أن معظم المياه العادمة الخارجة من محطات التنقية العادمة تستغل للري إما بشكل مباشر للأراضي الواقعة بمحاذاة هذه المحطات أو بشكل غير مباشر بعد أختلاطها بمياه الأودية والسدود. ويتم ري ما مساحته ٣٥٠٠ دونم تقريباً من الأراضي المجاورة لمحطة الخربة السمراء بجزء من المياه العادمة المعالجة (هي المياه الخارجة من محطات التنقية الثانوية البيولوجية كحد أدنى والتي تجري في

الأودية دون أختلاط بمياه أخرى) مزروعة ١,٥ مليون شجرة حرجية و٤٠ ألف شجرة زيتون وألف شجرة تفاح والجزء الباقي يجري في سيل الزرقاء حيث يتم أستغلال جزء منه للزراعة المقيدة على حافتي الوادي، وتخزن الكمية الباقية في سد الملك طلال ليتم أستخدامها للزراعة غير المقيدة في مناطق الأغوار" (جامعة الدول العربية، ١٩٩٥، ص٣١).

٣- مصادر المياه الجوفية

وهي مياه الأمطار، والثلوج التي تتسرب في باطن الأرض لتشكل أحواض المياه الجوفيه. بإستثناء منطقة الأغوار تعد المياه الجوفية المصدر الرئيس للمياه في المملكة. ويوجد في المملكة ١٢ حوضاً مائياً إعتماداً على خطوط التقييم المائية، ومناطق التغذية، والتراكيب الجيولوجية. وتقسم الأحواض الرئيسة إلى مناطق مائية فرعية. وتقسم المياه الجوفية في الأغوار إلى نوعين مياه جوفية متجددة وغير متجددة.

أ- المياه الجوفية المتجددة: هي تلك المياه التي يتم تغذية أحواضها المائية بمياه الأمطار والثلوج والمياه المترشحه من الأودية الصغيرة، والأنهار، والمياه الراجعة من الري، والحصاد المائي، والجريان تحت السطحي من الأحواض المائية الجوفية المجاورة، مما يجعلها غير خاضعة للنضوب اذا كانت كمية المياه الواردة أكبر قليلاً من كمية المستغل منها. وتتمثل المياه الجوفية في الأغوار في ثلاث مجموعات هي مجمع آبار المخيبة، والشونة الجنوبية، والأغوار الجنوبية. وتتدفق المياه الجوفية في آبار المخيبة من باطن الأرض طبيعياً في منطقة المخيبة حيث يبلغ معدل تدفق هذه الآبار حوالي ٧٠٠ لتراً في الثانية، أي ما يعادل ٢٥٢٠ م٣ في الساعة. ونوعية هذه المياه جيدة وتصلح للشرب اذا استعملت فيها التهوية الجيدة لأزالة رائحة غاز الكبريت وهو ما يحصل حالياً حيث تجمع مياه هذه الآبار في قناة اسمنتية مكشوفة تسير بضعة كيلومترات قيل أن تصب في قناة الملك عبد الله وتخلط مع المياه القادمة من نهر اليرموك وبقية المصادر، وقد أنتجت آبار المخيبة ما مقداره ٣١ مليون متر مكعب في عام ٢٠٠٢(وزارة المياه والري،٢٠٠٢). وهناك

آبار موجودة في أسفل الأودية الجانبية الشمالية (الشونة الشمالية) وتنتج ما معدله ١٨ مليون متر مكعب في العام.

أما الثانية فتوجد في منطقة الشونة الجنوبية والتي أنتجت ما معدله ٣٦ مليون متر مكعب سنوياً للفترة ١٩٩٠-١٩٩٤م، وبلغ عدد الآبار فيها ٩٨ بئراً أرتوازياً. أما الآبار الواقعة في منطقة الأغوار الجنوبية فعددها ١١ بئراً مستخدماً في الزراعة(مركز الربة للبحوث الزراعية).

ب- المياه الجوفية غير المتجددة: وهي أحواض مائية خزنت فيها المياه خلال عصور جيولوجية مطيرة سابقة وخلال الآف السنين، ولا تتلقى أية تغذية من مياه الأمطار، ويؤدي أستغلالها إلى تناقص المخزون المائي فيها ونضوبها.

أعتمد تطوير الموارد المائية في الوادي على تطوير وإستغلال مياه نهر اليرموك، ومصادر المياه السطحية من خلال تخزينها خلف سدود مطلة على الوادي مما يعني إعتماد الزراعة ولو بشكل غير مباشر على الأمطار ومعدل جريان وكمية ونوعية المياه التي تغذي السدود. لقد أنخفض معدل جريان نهر اليرموك بسبب قيام سوريا ببناء عدد من السدود على روافد النهر، كما تردت نوعية مياه نهر الأردن لإرتفاع تركيز الأملاح مما جعلها غير صالحة للزراعة، وهناك تدني في كمية مياه الري في الأغوار الوسطى بسبب شح المصادر المائية، وتعاقب الجفاف، وإمكانية حدوث مزيد من التدهور بسبب الضخ المتزايد للمياه العذبه إلى خارج الوادي وإستبدالها بالمياه العادمة المعالجة. وإذا أستمر الحال فسوف تنخفض إنتاجية المحاصيل الزراعية الحساسة للملوحة أو التوقف عن زراعتها. يضاف لذلك أن التغير المناخي المقترح في حال حدوثه(انخفاض الأمطار وأرتفاع درجة الحرارة) سيؤدي إلى تفاقم الوضع المائي مستقبلاً مما يعني مزيداً من التدهور.

٢,٥,٣ التذبذب في نظام التزويد والطلب المائي

تشير الدراسات التاريخية إلى أن هذه المنطقة كانت تصدر الغذاء للمناطق المجاورة منذ أكثر من ٥٠٠٠ عام، وأن أول شبكة للري في هذه المنطقة بنيت في العصر البرونزي، أي قبل ٤٥٠٠ سنة، بمعنى أن الأغوار من أكثر مناطق المملكة

التي تتمتع بإمكانية تطويرها، وإستغلالها لغايات الزراعة، مما حدا بالحكومة الأردنية، ومنذ عقد الخمسينات تبنى فكرة ومهمة تطوير الوادي مائياً. وفي عام ١٩٧٣ تم إنشاء هيئة وادي الأردن لإحداث تنمية شاملة تعتمد على الزراعة المروية.

وفي عام ١٩٧٧ تغير اسم هيئة وادي الأردن إلى سلطة وادي الأردن، نتيجة لتنامي وكبر حجم مسؤولياتها وزيادة عدد موظفيها. وباشرت السلطة عملها بوضع خطة تهدف إلى تطوير الوادي من خلال التخطيط المتكامل للربط مابين تطوير مصادر المياه والأراضي، وتوفير البنية التحتية، والتنمية الإجتماعية.

وتعتمد مصادر المياه في الأردن على مياه الأمطار المتذبذبة من حيث الكمية وموعد هطولها. إذ يبلغ معدل كمية الأمطار التي تهطل سنوياً حوالي ٨٥٠٠ مليون متر مكعب، وتقل أحياناً لتصل إلى حوالي (٦٠٠٠ م م^{٣}) في سنين الجفاف، وتزيد عن (١٢٠٠٠ م م^{٣}) في السنين الرطبة. ومما تجدر الإشارة إليه، أن حوالي (٨٥-٩٠%) من مياه الأمطار تتبخر، وما بين (٥-١٠%) تتسرب إلى باطن الأرض لتغذي الأحواض المائية الجوفية، والباقي يسيل في الأنهار والسيول والأودية الجانبية(خصاونة والغزاوي، ١٩٩٣).

تتذبذب كمية المياه في منطقة وادي الأردن نتيجة لتفاوت الأمطار بين سنة وأخرى الأمر الذي ينعكس مباشرة على كميات المياه المخزونة بالسدود والتي تسقط مباشرة على التربة إثناء موسم الأمطار، ولعله ينظر إلى التذبذب في كميات مياه التزويد كأمر طبيعي في ظل الظروف الإعتيادية ولكن ليس في ظروف الوادي. إذ أن أي تذبذب في مياه التزويد تحت حدود كميات الطلب تنعكس مباشرة على الإنتاج الزراعي لتعرض المحصول في سنوات الجفاف إلى تدني الإنتاجية والمساحة المزروعة أو كليهما.

وقد ساهمت المياه الجوفية وإنشاء السدود في زيادة التحكم في نظام التزويد، فقد أمكن التحكم بموارد المياه السطحية ضمن الأراضي الأردنية بصورة مقبولة خصوصاً منذ ١٩٨٧ عندما أزداد إستيعاب سد الملك طلال ليبلغ ٨٦ مليون متر مكعب. ومشروع زيادة السعة التخزينية لسد الكفرين إلى ٨,٥ مليون متر مكعب

بدلاً من ٢,٥ مليون متر مكعب. ونظراً للتحكم غير الكامل للمياه التي تسيل من نهر اليرموك فإن الكميات المتوفرة في فترة أشهر الشتاء (كانون أول، وحتى شباط) تفيض في الغالب عن متطلبات الري.

ويبلغ نقص المياه المتوفر للري ذروته خلال أشهر الخريف والربيع. إذ تقل مياه التزويد عما هو مطلوب للمحاصيل المزروعة في جميع المناطق، ويزداد الطلب على مياه الري بشدة مع بداية شهر آذار وحتى نهاية آيار ثم ينخفض في حزيران وتموز وآب لتوقف إنتاج الخضروات مثل البندورة والبطاطا والزهرة والملفوف في فصل الصيف. وبشكل عام يزداد الطلب على المياه في سنين الجفاف ويقل في السنوات غزيرة المطر. فعلى سبيل المثال ازداد الطلب موسمي ١٩٩٠/١٩٩١ التي إتصفت أمطارهما بأنها قليلة عكس الموسم ١٩٩٢/١٩٩٣ الذي بلغ الفائض من المياه التي هدرت ١٥ مليون متر مكعب(القاسم، ١٩٩٥).

ونظراً للشح، والتذبذب في كميات المياه، كان من المحتم إتباع خطط وإستراتيجيات لموازنة التزويد والطلب على أساس أسبوعي، وشهري، وموسمي، وسنوي. وقد حرصت سلطة وادي الأردن، وهي المؤسسة الرسمية المسؤولة عن تنمية وتطوير نظام التزويد المائي، وإدارته، وصيانته على القيام بالخطوات التالية لتحقيق المعادلة المائية المتوازنة وتشمل هذه الإجراءات:

١- تطبيق وتنفيذ إجراءات التحكم بنوع، وحجم المساحات التي يسمح بزراعتها في الأخدود خاصة المحاصيل ذات الإستهلاك العالي للمياه كالموز.
٢- تنفيذ مشاريع التحكم بالمياه وتخزينها من اجل أستعمالها في الشهور التي تشح فيها المياه.
٣- تحديد حجم المياه الأسبوعية، والشهرية المخصصة لكل وحدة زراعية وفق نظام مقنن ينسجم مع كميات المياه المتوافرة.

لم تكن إجراءات سلطة وادي الأردن ناجحة تماماً لقيام المزارعين بزراعة المحاصيل التي تعود عليهم بأعلى عائد صاف، وبأدنى درجات المخاطرة. فعلى سبيل المثال يقوم المزارعون بزراعة الأشجار المثمرة (لتمتعها بأسعار مجزية) دون ترخيص وبمساحات لا يتوافر لها المياه الكافية. وللمقارنة فقد كان النمط الزراعي

السائد عام ١٩٥٣ أي قبل بدء التنمية الزراعية في الوادي ٦% للأشجار المثمرة. إلا أنه في عام ١٩٩٤ بلغت المساحات المزروعة بالأشجار المثمرة ما مجموعه ٢٩% (١٦% من مجمل المساحة مزروعة بالموز) وفي عام ٢٠٠٢ كانت مساحة الأشجار المثمرة ٣٨% من مجمل المساحة الكلية (١٩% مزروعة بالموز).

أن قابلية المحاصيل لتحمل الجفاف مختلفة. فالتذبذب في كمية التزويد المائي يؤثر على المحصول، ففي مشاريع الري المثالية يتم عادة الري قبل أن يتأثر المحصول بالجفاف. ولكن في بعض الحالات لا يكون بالإمكان إرواء المحاصيل بالضبط في الوقت الأمثل. ففي سنوات الجفاف قد لا تتوفر مياه كافية لجميع المحاصيل، وفي هذه الحالة تعطى الأولوية للمحاصيل الحساسة للجفاف، وذات القيمة الإقتصادية العالية، لذلك عندما يحصل شح في مصدر المياه فمن المفيد معرفة مايلي:

١- المحاصيل التي تتأثر كثيراً من نقصان الماء، أي المحاصيل التي يتأثر إنتاجها بشكل كبير عندما تشح المياه.

٢- المراحل المختلفة من نمو المحاصيل، والتي تتأثر كثيراً بنقصان الماء للمحصول، وطبعاً يجب أن يؤخذ بعين الأعتبار القيمة الإقتصادية للمحصول.

وبشكل عام فإن المحاصيل التي تزرع بغرض الأستفادة من أوراقها، وثمارها كالخس، والملفوف، والسبانخ، والملوخيا أكثر تأثراً بنقص المياه من المحاصيل التي تزرع للحصول على بذور جافة وثمار مثل البرتقال، والتفاح. ويبين الجدول رقم(٦) أربعة مجاميع من المحاصيل ودرجة تأثرها بالجفاف.

يمكن ملاحظة أن النباتات ذات الحساسية العالية، يتأثر أنتاجها كثيراً في حالة تعرضها إلى الجفاف كالموز، والخس، ومثل هذه المحاصيل يجب أن لا تتعرض للعطش وأن تعطى الأولوية في توفير الماء لها أو لا تزرع كما هو الحال في محصول الموز. أما المحاصيل ذات الحساسية القليلة فإن تأثر الإنتاج سيكون قليلاً إذا تعرضت للعطش لزمن ليس بالطويل.

جدول رقم (٦)

حساسية المحاصيل المختلفة للجفاف.

درجة الحساسية	قليلة	قليلة إلى متوسطة	متوسطة إلى عالية	عالية
	حساسية المحاصيل للجفاف			
المحصول	القطن	البرسيم الحجازي	الفاصوليا	الموز
	الذرة البيضاء	الحمضيات	الملفوف	الخضار الورقية
		العنب	البصل	الأرز
		عباد الشمس	الذرة الصفراء	البطاطا
		القمح	الفلفل	قصب السكر
			البندورة	

المصدر: سلطة وادي الأردن.

٣,٥,٣ الإحتياجات (الإستهلاك) المائية الحالية للمحاصيل

يعرف الإستهلاك المائي أو التبخر والنتح بأنه كمية الماء التي تستهلكها النباتات في عملية النتح، أو بناء أنسجتها، والتبخر من التربة. إن كمية الماء المستهلك لبناء أنسجة النبات يمثل أقل من ١% من مجموع الفقد بالتبخر- النتح، والنتح هو عملية فقد الماء من الثغور التنفسية(stomata) المنتشرة على سطح الورقة، والتي تنشأ بصورة رئيسة بفعل أختلاف قيم ضغط بخار الماء بين الثغور التنفسية، والهواء المحيط. أما التبخر فيعرف بأنه العملية الفيزيائية التي يتم بها تحول الماء إلى بخار ماء، وهي طريقة يتم فيها فقد الماء على شكل بخار من سطح التربة. ويعتبر الإستهلاك المائي من المواضيع الهامة في مجال الري، فهو العنصر الحاسم لكل الحسابات المائية؛ فالهدف من معرفتها هو تحديد كمية مياه الري اللأزمة لنمو النباتات والمحافظة على عدم تدهور التربة الزراعية (شطناوي وآخرون، ١٩٩٨).

أما الإحتياج المائي فيعرف بإنه مجموع ما يحتاجه المحصول من الماء حتى ينمو نمواً عادياً، أو كمية الماء المستهلك بالتبخر- النتح لإنتاج وحدة الوزن من

المادة الجافة للنبات. وهذا الماء الذي يحتاجه المحصول يمكن الحصول عليه إما من مياه الأمطار أو مخزون المياه السطحية أو مياه الري. ويعتبر حساب صافي الإحتياجات المائية للمحاصيل آلية جيدة وصولاً لإدارة سليمة لأستخدام المياه في الأردن.

تحتاج النباتات المزروعة في المناطق التي يتسم مناخها بإرتفاع الرطوبة النسبية وإنخفاض درجات الحرارة وإرتفاع كميات هطول الأمطار لكميات مياه ري قليلة أو حتى معدومة، أما المناطق التي تتسم بإرتفاع درجات الحرارة وإنخفاض كميات هطول الأمطار وانخفاض الرطوبة النسبية وإرتفاع سرعة الرياح فتحتاج لكميات مياه ري أكثر نظراً لإرتفاع كمية التبخر ــ نتح.

ومن الجدير بالذكر أن إحتياجات المحاصيل تختلف حسب الفصل الذي تزرع فيه وحسب أسلوب الزراعة(حقول مفتوحة أو بيوت بلاستيكية) حيث تعد زراعة المحاصيل في فصل الربيع أكثر إستهلاكاً للمياه بشكل عام منها في فصلي الخريف والشتاء. فمثلاً تبلغ حاجة محصول الملفوف في فصل الربيع حوالي ٤٨٠ م^{٣} /دونم/موسم بينما تصل في فصل الخريف بحدود ٣٠٠ م^{٣} /دونم/موسم. ويعود ذلك إلى ارتفاع درجات الحرارة في فصل الربيع أكثر منها في فصل الخريف مما يعمل على زيادة كمية التبخر بالإضافة إلى الإنخفاض الكبير لمعدلات الأمطار في فصل الربيع عنها في فصل الخريف. أما من حيث أسلوب الزراعة فمن المعروف أن الزراعة في الحقول المفتوحة تستهلك كمية مياه أكثر من تلك التي تزرع في البيوت البلاستيكية نظراً لتعرض الحقول المفتوحة للسطوع الشمسي المباشر، وحركة الرياح الدائمة وانخفاض الرطوبة النسبية في الحقول المفتوحة مقارنة بالبيوت البلاستيكية مما يزيد من كمية تبخر المياه. ويبين الجدول رقم (٧) الإحتياجات المائية التقديرية لبعض المحاصيل الزراعية في منطقة الأغوار.

جدول رقم (٧)

الإحتياجات المائية التقديرية لأهم المحاصيل في منطقة الدراسة ملم/السنة .

المحصول	وادي الأردن والأغوار الجنوبية

	الشونة الشمالية	دير علا والشونة الجنوبية	الأغوار الجنوبية
قمح	٤٢٤	٤٦٨	٥٨٠
شعير	٣٢٣	٤٣٧	٤٥٤
بندورة	٤٦٨	٥٣٠	٦٧١
بطاطا	٣١٨	٤٢١	٤٩٦
خيار	٤٢٤	٤٦٨	٥٨٠
كوسا	٤٢٤	٤٦٨	٥٨٠
ملفوف	٤٢٤	٤٩٧	٦١٠
زهرة	٤٧٨	٥١٣	٦١٠
فاصوليا	٣٢١	٣٧٣	٣٩٢
بصل	٤٣٠	٤٩٢	٦٢٥
باذنجان	٦٦٤	٧٥٤	٩٣١
فلفل	٦٨٢	٧٥٤	٩٣١
بطيخ	٥٠٨	٥٨٤	٧٠٧
موز	١٦٨٦	١٨٢٥	٢٣٥٣
حمضيات	٨٧٦	٩٩١	١٢٣٦
عنب	٦٤٢	٨٨٩	٩١٥
أشجار فواكه	٦٥٧	٦٧٥	-
أخرى			

المصدر: الخصاونة والغزاوي، ١٩٩٣، ص ٣٣.

نلاحظ من الجدول أن هناك إختلافاً في الإحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية في منطقة الدراسة حيث نجد أن أعلى المحاصيل إستهلاكاً للماء هو الموز ويصل الإستهلاك ٢٣٥٠ متر مكعب للدونم في السنة في منطقة الأغوار الجنوبية

وأقلها البطاطا بإستهلاك يصل إلى ٣١٨ متر مكعب لكل دونم في السنة في منطقة الشونة الشمالية.

ويزداد الإحتياج المائي للمحاصيل بالأتجاه من الشمال إلى جنوب الوادي وهذا ما نلاحظه في الجدول حيث نجد أن الإستهلاك المائي للقمح بحدود ٣٢٠م^3 /دونم/السنة في منطقة الشونة الشمالية غير أنه يرتفع إلى ٤٤٠ م^3 /دونم/السنة ، في منطقة ديرعلا والشونة الجنوبية ويصل إلى ٤٥٠ م^3 /دونم/السنة، في منطقة الأغوار الجنوبية. وكمثال آخر نجد أن الإستهلاك المائي للموز يتراوح مابين ١٦٨٦م^3/دونم/السنة في الشونة الشمالية ، ٢٣٥٠ م^3/دونم/السنة في الأغوار الجنوبية. وهذا يعود إلى أن المناطق الشمالية من الوادي أكثر مطراً وأقل درجة حرارة من المناطق الجنوبية التي تنخفض فيها الأمطار وتتطرف فيها درجة الحرارة.

٦,٣ المساحة والإنتاج في منطقة الدراسة

نمت المساحة المزروعة في وادي الأردن بشكل كبير خلال السنوات القليلة الماضية. فقد بلغت عام ١٩٩٠ حوالي ٢٥٠ ألف دونم ووصلت عام ٢٠٠٢ إلى ٣٠٦ ألف دونم، شكلت المساحة المزروعة بالخضروات حوالي ١٥٦ ألف دونم، وتجدر الأشارة هنا أن الخضروات تزرع بموسمين(صيفي وشتوي)، تليها في المساحة الأشجار المثمرة وقدرت مساحتها حوالي ١١٧ ألف دونم، ومن ثم جاءت المحاصيل الحقلية بمساحة تقدر٣٤ ألف دونم، حيث كانت النسب للمساحات المزروعة بالخضروات والأشجار المثمرة والمحاصيل الحقلية٥١% و٣٨% و١١% على التوالي.

أما المساحات المزروعة حسب المحصول، فنجد أن الحمضيات تحتل المرتبة الأولى من حيث المساحة وبلغت مساحتها حوالي ٧٥ ألف دونم عام ٢٠٠٢ جاء بعدها البندورة واحتلت ما مساحته ٣٧ ألف دونم، وبعدها الموز ٢٣ ألف دونم، ومن ثم القمح ٢٠ ألف دونم والباذنجان ١٨ألف دونم. والجدول رقم (٩) يبين إجمالي المساحة المزروعة المروية والبعلية في وادي الأردن.

ويوضح الجدول تطور مساحة الخضروات والمحاصيل الحقلية والأشجار المثمرة في منطقة الدراسة. ويبين أن المساحة المزروعة بالخضروات كانت (١٢٩١٤٥ دونماً) عام ١٩٩٠ وفي عام ١٩٩٥ وصلت (١٤٣١١٣ دونماً) وارتفعت في عام ٢٠٠٢م إلى (١٥٥٦٠٠ دونماً). وبلغت المساحة المزروعة بالمحاصيل الحقلية لعام١٩٩٠ حوالي (٤٥٤٠٠ دونماً) إنخفضت عام ٢٠٠٢ لتصبح (٣٣٧٠٠ دونماً). وكانت أقل السنوات مساحة في عام ١٩٩٢ حيث بلغت المساحة (٢٦٨٤٦ دونماً) وأكثرها في عام ١٩٩٧ حيث بلغت المساحة المزروعة بالمحاصيل الحقلية (٦٦٤٧٩ دونماً). أما الأشجار المثمرة فنجد زيادة طردية في مساحتها؛ فقد بلغت (٧٥٢٣٤ دونماً) عام ١٩٩٠ وصلت عام ٢٠٠٢ إلى (١١٧ دونماً).

جدول رقم(٨)

إجمالي مساحة المحاصيل المزروعة (المروية والبعلية) في منطقة الدراسة خلال الفترة ١٩٩٠-٢٠٠٢م (دونم).

السنة	الخضروات	محاصيل حقلية	الأشجار المثمرة	أجمالي المساحة المزروعة
١٩٩٠	١٢٩١٤٥	٤٥٤١٧	٧٥٢٣٤	٢٤٩٧٩٨
١٩٩١	٢٠٥٠١٠	٤٧٢٤٤	٧٦٣٨٥	٣٢٨٦٤٠
١٩٩٢	١٨٢٦٥٣	٢٦٨٤٦	٧٧٦٦٨	٢٨٧١٦٧
١٩٩٣	١٦٦٩٦٨	٥٢٤٠٦	٧٨١٦٣	٢٩٧٥٣٧
١٩٩٤	١٥٢٥٥٢	٤٣٥٤٩	٨٠٥٢٥	٢٧٦٦٢٧
١٩٩٥	١٤٣١١٣	٤٩٥٤٩	٨٢٧٨٢	٢٧٥٤٤٥
١٩٩٦	١٤٥١٤٠	٣٣٩٨٧	٨٧٢٦٩	٢٦٦٣٩٨
١٩٩٧	١٦٢١٤٧	٦٦٤٧٩	٩٩٩٤٤	٣٢٨٥٧١
١٩٩٨	١٤٣٢٢٥	٤٥٨٩٨	١٠٤٢٥٥	٢٩٣٣٧٩
١٩٩٩	١٥١٦٩٣	٢٧٦٦٨	١٠٥٨٩٩	٢٨٥٣٦١
٢٠٠٠	١٧٣٦٠١	٤٠٠٣٩	١١١٦١١	٣٢٥٢٥٢
٢٠٠١	١٦١٩٢٠	٣٥١٣٠	١١٥٨٥٠	٣١٢٩٠٠

٢٠٠٢	١٥٥٦٠٠	٣٣٧٠٠	١١٦٨٠٠	٣٠٦١٠٠
المعدل	١٥٩٤٤٣	٤٢١٤٧	٩٣٢٦٠	٢٩٤٨٥٩

المصدر: الجدول من عمل الباحث، البيانات بالإعتماد على الإحصاءات الزراعية.

ويعود الإختلاف في المساحة بالنسبة للخضروات لإعتمادها على الأمطار والري كذلك أتباع أسلوب الزراعة الحديثة(البيوت البلاستيكية) لبعض محاصيل الخضروات، مما أنعكس على زيادة الإنتاجية على الرغم من تذبذب المساحات وقلة التنافس مع المناطق الأخرى المزروعة، بالإضافة إلى زيادة المردود الأقتصادي الذي يجنيه المزراعون. وقد أدت عدم صلاحية مناطق المرتفعات لزراعة محاصيل الخضروات في فصل الشتاء إلى التوسع في زراعتها في منطقة وادي الأردن، ويعتمد النمط الزراعي على المردود الإقتصادي، والوضع الإجتماعي، وأخيراً البنية التحتية.

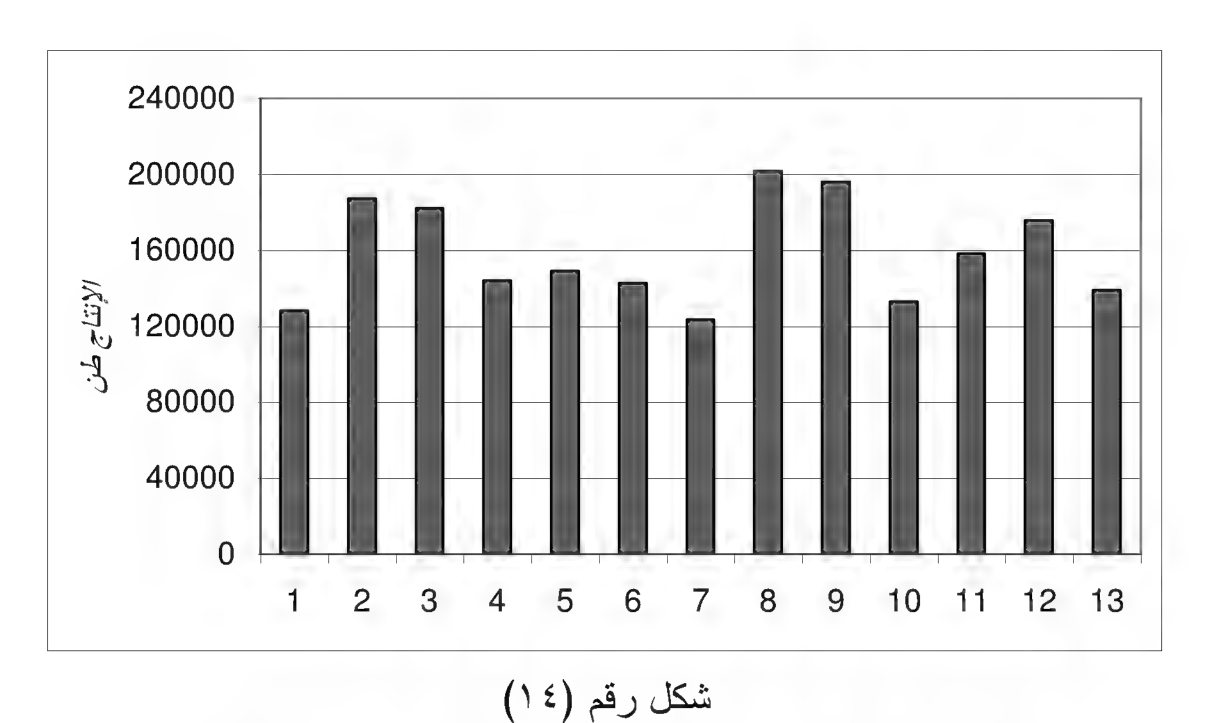
كما واحتلت المحاصيل الحقلية المركز الثالث من حيث مساحتها لأن تلك المحاصيل تعتمد على الأمطار، غير أن مردودها محدود مقارنة مع المحاصيل الأخرى. أما سبب تزايد المساحة المزروعة بالأشجار المثمرة فيعود إلى استقرار أسعارها وارتفاع عائداتها، وقد تم أدخال أصناف مختلفة من الأشجار المثمرة مثل العنب خالي البذور الذي يصلح للشحن والتصدير.

ويعود التذبذب في المساحة إلى نقص المياه من سنة لآخرى لدرجة أن المياه المخزونة في السدود لا تكفي لتعويض النقص الناتج عن التذبذب في سنوات الجفاف. فعلى سبيل المثال عندما يتوالى الجفاف سنة بعد أخرى تستهلك الأشجار المثمرة جل المياه المخزونة بالسدود في موسم الصيف بحيث أن المياه الباقية لا تكفي لري الخضروات المزروعة في العروة الخريفية، وهناك سبب آخر هو تدخل الحكومة لتنظيم النمط الزراعي كما حدث في زراعة الخضروات في بعض السنوات، وأخيراً فإن هدف المزارع هو زراعة المحاصيل الأكثر استقراراً والتي تعطي عائداً مالياً أعلى.

تعتبر منطقة الأغوار من المناطق الزراعية الرئيسة والمهمة في المملكة، لذا نجد أن مساهمة هذه المنطقة في كميات الإنتاج الزراعي الكلي تعتبر بالغة الأهمية

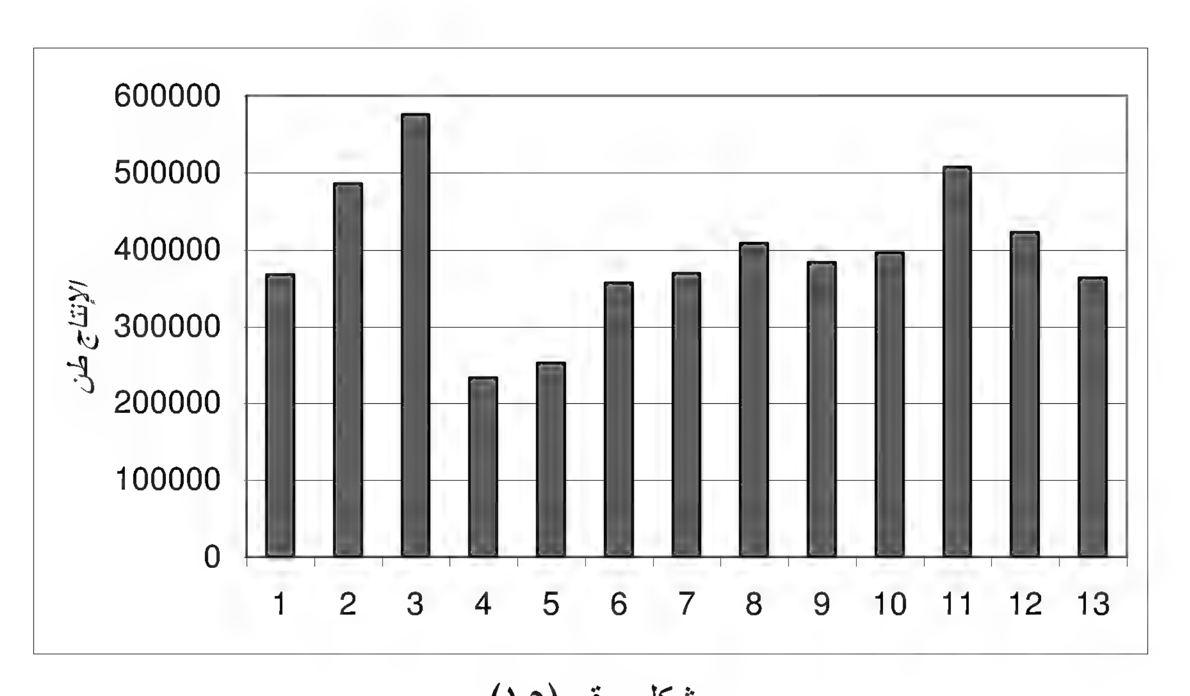
لأنها أكثر دفئاً من باقي المناطق في الأردن في فصل الشتاء وتمتعها بميزة الإنتاج المبكر خاصة للخضار والفواكه مقارنه ببقية مناطق المملكة ودول الجوار.

والأشكال (١٤- ١٧) تبين الإختلاف في الإنتاج الزراعي في منطقة الأغوار.



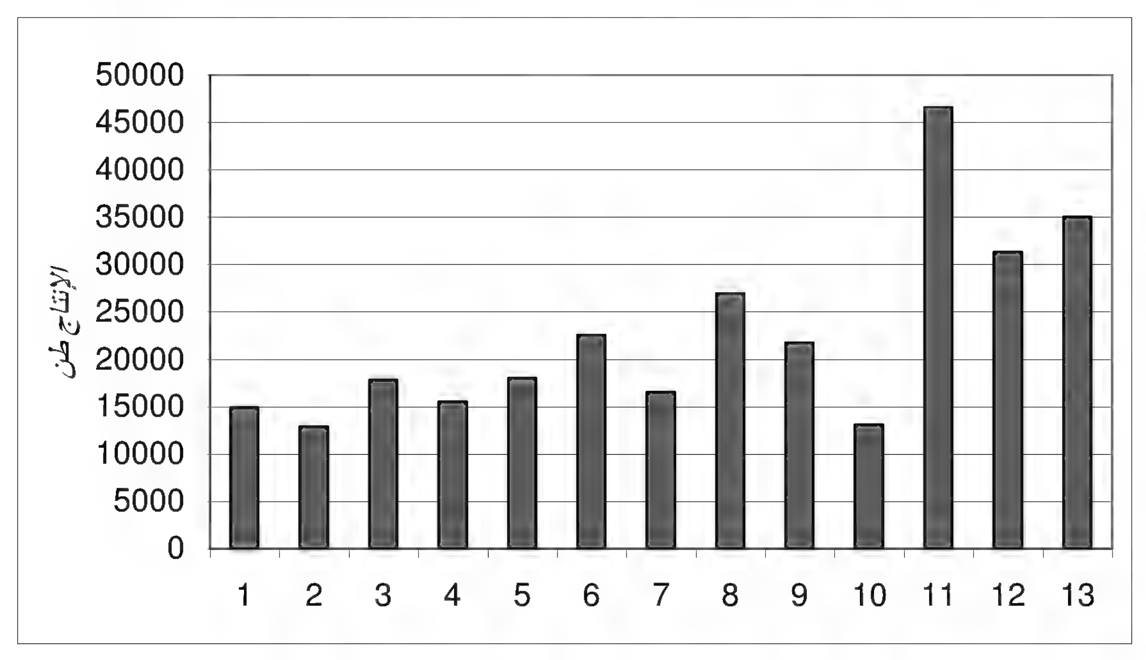
شكل رقم (١٤)

إنتاج الأشجار المثمرة في الأغوار من عام ١٩٩٠-٢٠٠٢ الإنتاج/طن.



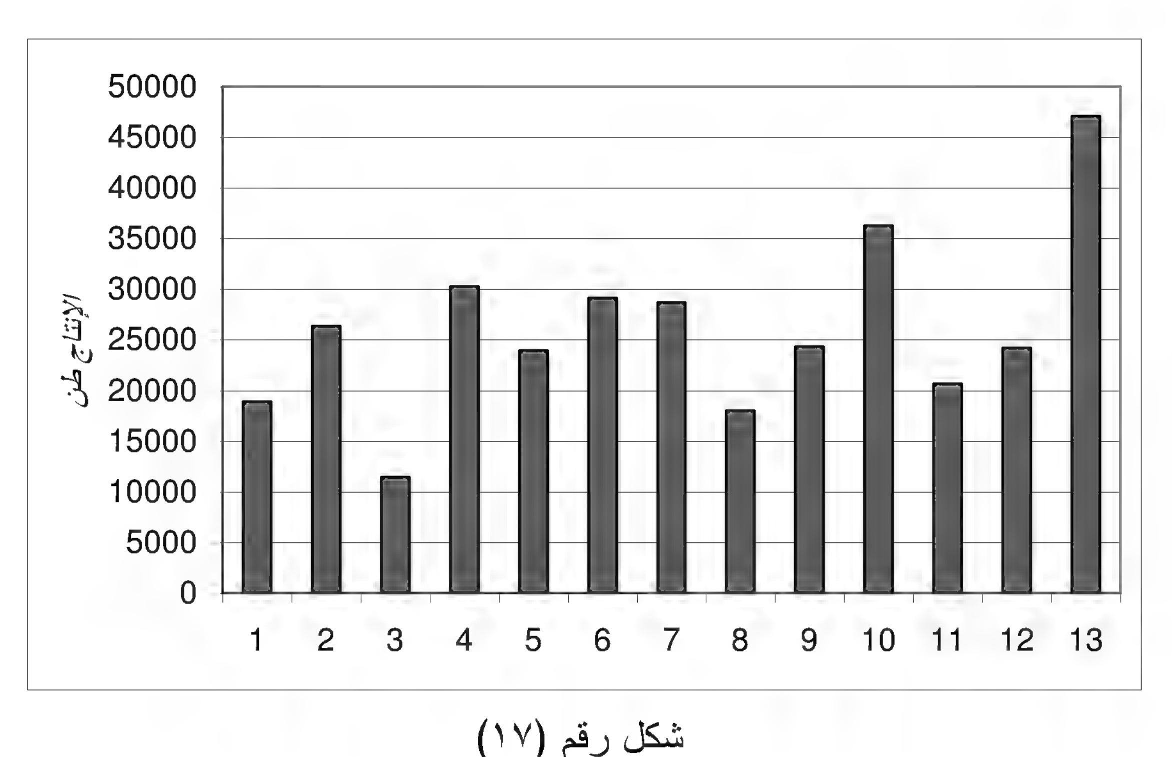
شكل رقم (١٥)

إنتاج الخضروات في الأغوار من عام ١٩٩٠-٢٠٠٢ الإنتاج/طن.



شكل رقم (١٦)

إنتاج المحاصيل الحقلية في الأغوار من عام ١٩٩٠-٢٠٠٢ الإنتاج/طن.



شكل رقم (١٧)

إنتاج الموز في الأغوار من عام ١٩٩٠-٢٠٠٢ الإنتاج/طن.

نلاحظ من الشكل البياني رقم (١٤) أن هناك تذبذب في إنتاج الأشجار المثمرة، فقد وصل الإنتاج عام ١٩٩٠ إلى حوالي ١٢٨٠٠٠ طن، ثم زاد هذا الإنتاج في عام ١٩٩١ ليصل إلى ١٨٦٠٠٠ طن وبعد تلك السنة استمر الأنتاج بالتراجع حتى وصل عام ١٩٩٦ إلى حوالي ١٢٣٠٠٠ طن وهي أقل السنوات إنتاجاً وأستمر هذا التذبذب حتى وصل عام ٢٠٠٢ إلى حوالي ١٣٩٠٠٠ طن ولا يعود هذا التذبذب إلى أختلاف المساحات لأنها كانت تتزايد بإستمرار لكن لأسباب تتعلق بالظروف المائية وتوزيعها كذلك تعرض بعض الأشجار المثمرة للآفات الزراعية التي تقلل من الإنتاجية، وظروف مناخية كالصقيع الأمر الذي يقلل من الإنتاج.

أما الشكل(١٥) يبين أن الخضروات كان إنتاجها في البداية يتزايد حتى وصل عام ١٩٩٢ إلى أعلى إنتاج حوالي ٥٧٥٠٠٠ طن ثم حصل تراجع كبير بعد تلك السنة نظراً للظروف التي تعرضت لها منطقة الشرق الأوسط خاصة حرب الخليج حيث كانت تصدر هذه الخضروات إلى دول الخليج، وتوقف ذلك بسبب الحرب

وبالتالي إنخفاض أسعارها، بعد ذلك تزايد هذا الإنتاج حتى وصل عام ٢٠٠٠ إلى حوالي ٥٠٠٠٠٠ طن. وللمياه دور في انخفاض الإنتاج لقلة الحصة المائية الأمر الذي يؤدي إلى تقليل المساحة ومن ثم انخفاض كميات الإنتاج، وتنتج الخضروات بكميات كبيرة مقارنة مع باقي المحاصيل الزراعية في الأغوار نظراً للظروف المناخية الملائمة فيها حيث تزرع في عروتين التشرينية(الشتوية) تبدأ من ١ آب إلى وتنتهي في ٣٠ تشرين الثاني، والعروة الخميسية(الصيفية) تبدأ من ١ كانون الأول وتمتد لغاية ٣١ تموز.

ويبين الشكل (١٦) تزايد في إنتاج المحاصيل الحقلية مع وجود إنخفاض ملحوظ في عام ١٩٩٩ حيث وصل الإنتاج إلى ادنى مستوياته ١٣٠٠٠ طن ثم عاد إلى الإرتفاع في عام ٢٠٠٠ ليصل إلى ٤٦٠٠٠ ألف طن وقد يعود ذلك إلى ظروف مائية، ولكن نلاحظ الإستقرار بالإنتاج لتشجيع الحكومة على زراعة المحاصيل الحقلية خاصة القمح والشعير لإعتماد الأردن على الأستيراد لتوفيرهما، وتم استعمال أصناف تلائم الظروف البيئية للمنطقة، وتحقق أعلى مستوى من الإنتاج، ويتم زراعة معظم المحاصيل الحقلية في الشونة الشمالية ودير علا نظراً للتساقط المطري الجيد في تلك المناطق.

نلاحظ في الشكل(١٧) تذبذب انتاج الموز حيث وصل عام ١٩٩٠ إلى حوالي ١٩٠٠٠ طن ثم أرتفع ليصل إلى ٢٦٠٠٠ طن عام ١٩٩١ وأستمر هذا التذبذب حيث كان الإنتاج عام ١٩٩٥ حوالي ٢٩٠٠٠ طن ثم ارتفع إلى ٤٧٠٠٠ طن عام ٢٠٠٢ بالرغم من تأثر إنتاجة بالظروف المائية، وتذبذبها حيث يعتبر من المحاصيل الشرهة للمياه، لكن يفضل زراعته عند المزارعين لإرتفاع العائد المالي له.

٧,٣ التركيب المحصولي

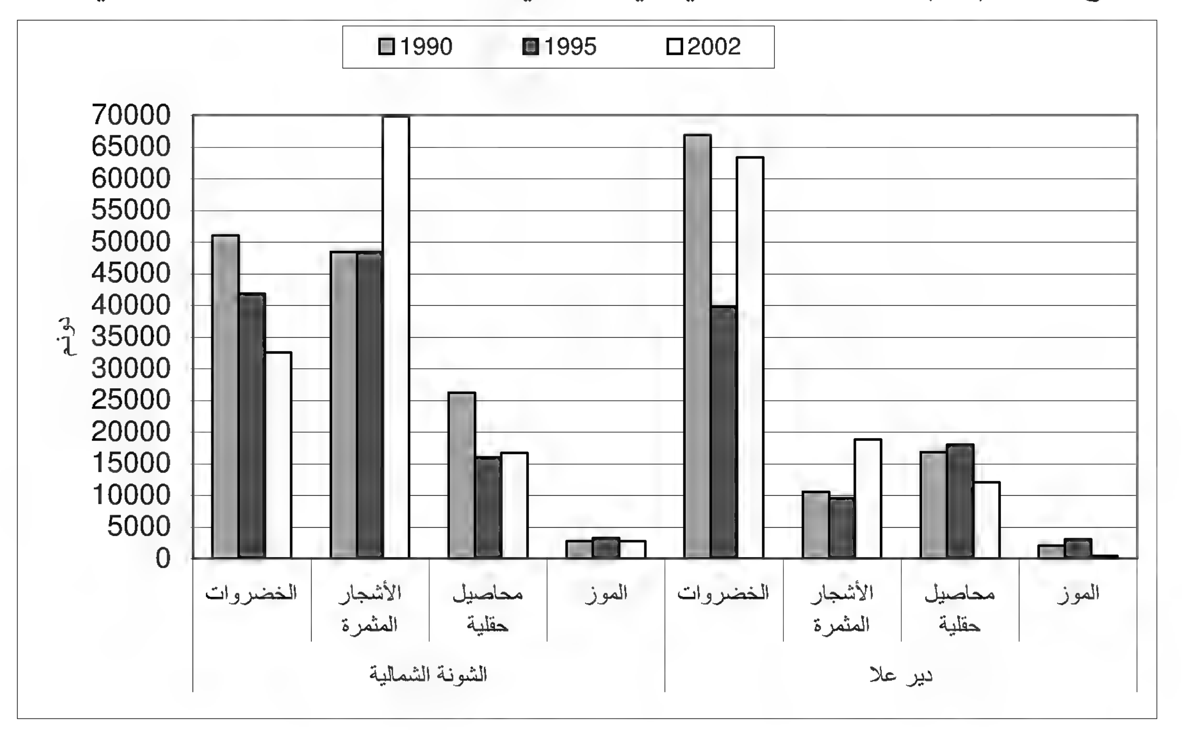
كان للعناصر المناخية في الوادي، مثل درجة الحرارة، والأمطار، والرياح والصقيع، أثر طفيف نسبياً في تحديد نوع المحاصيل، حيث يمكن زراعة عدد كبير من المحاصيل شريطة توفر المياه. لكن من الواضح أن المياه لا تسمح بزراعة المحاصيل دون قيود من حيث المساحة والنوع، وقد خضعت المحاصيل المستهلكة

للمياه خاصة الحمضيات والموز لتراخيص مسبقة قبل زراعتها من قبل سلطة وادي الأردن عام ١٩٦١. وأظهرت الوقائع متغيرين رئيسيين في تراكيب المحاصيل خاصة في مناطق وادي الأردن والأغوار الجنوبية وهما:

١- التذبذب في مساحة الخضروات التي تزرع في موسمي الخريف والربيع.

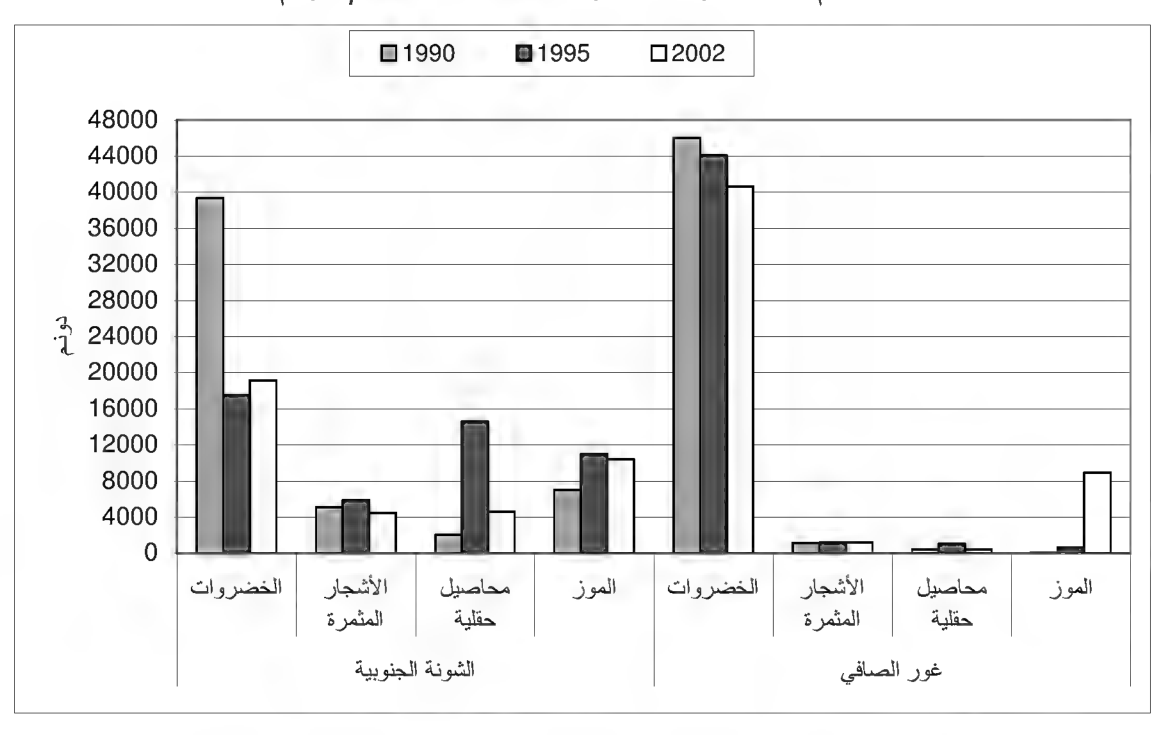
٢- الزيادة المستمرة في المساحة المزروعة بالأشجار المثمرة المرخصة وغير المرخصة.

وظلت تركيبة المحاصيل في منطقة الوادي دون تغيير كبير عبر السنين على الرغم من أدخال زراعات جديدة كانت سابقاً على نطاق محدود. ولم تتغير المساحات المخصصة للمحاصيل التي تحتل الصدارة في النمط الزراعي بدرجة ملموسة ولكن طرأ تغيير نسبي على نصيب كل واحد منها من المساحة الكلية من سنة لأخرى وبين منطقة وأخرى. وبدأ إدخال بعض المحاصيل الجديدة بصورة رئيسية منذ ١٩٨٥ بهدف تنويع قاعدة إنتاج الخضار والفواكه في الوادي. ويوضح الشكل (١٨) التركيب المحصولي في منطقتي الشونة الشمالية، ودير علا؛ كما يوضح شكل (١٩) النمط المحصولي في منطقتي الشونة الجنوبية وغور الصافي.



شكل رقم (١٨)

التغيرات على التركيبة المحصولية ومساحة أهم المحاصيل في الشونة الشمالية ودير علا عام ١٩٩٠و١٩٩٥و٢٠٠٢ المساحة / دونم.



شكل رقم(١٩)

التغيرات على التركيبة المحصولية ومساحة أهم المحاصيل في الشونة الجنوبية وغور الصافي عام ١٩٩٠و١٩٩٥و٢٠٠٢ المساحة / دونم.

نلاحظ من الشكل(١٨) تراجع في المساحات الزراعية بشكل عام خاصة الخضروات والمحاصيل الحقلية فنجد مساحة الخضروات عام ١٩٩٠ حوالي ٥١ ألف دونم في الشونة الشمالية ثم تراجعت إلى ٤٢ ألف دونم عام ١٩٩٥ و ٣٢ ألف دونم في سنة ٢٠٠٢. أما المحاصيل التي تحتل المرتبة الإولى في هذه المنطقة فهي الأشجار المثمرة خاصة الحمضيات لتوفر المياه بالإضافة إلى ارتفاع ربحيتها، وارتفعت المساحة من ٤٨ ألف دونم عام ١٩٩٠ إلى ٧٠ ألف دونم في سنة ٢٠٠٢. وبقي الموز محافظاً على مساحته خلال ألفترات الزمنية الثلاث وبمساحات قليلة تتراوح ما بين ٢٠٠٠ ــ ٣٠٠٠ دونم. ولكن نجد زيادة المساحة المزروعة في الخضار في منطقة دير علا بالرغم من تراجعها قليلاً من ٦٧ ألف دونم ١٩٩٠م إلى ٦٣ ألف دونم عام ٢٠٠٢، لكن يبقى هو المحصول الرئيس في تلك المنطقة مع

وجود مساحات مزروعة بالمحاصيل الحقلية والأشجار المثمرة، وتتراوح المساحة المزروعة بالموز ما بين ٥٠٠ ــ ٣٠٠٠ دونم تقريباً.

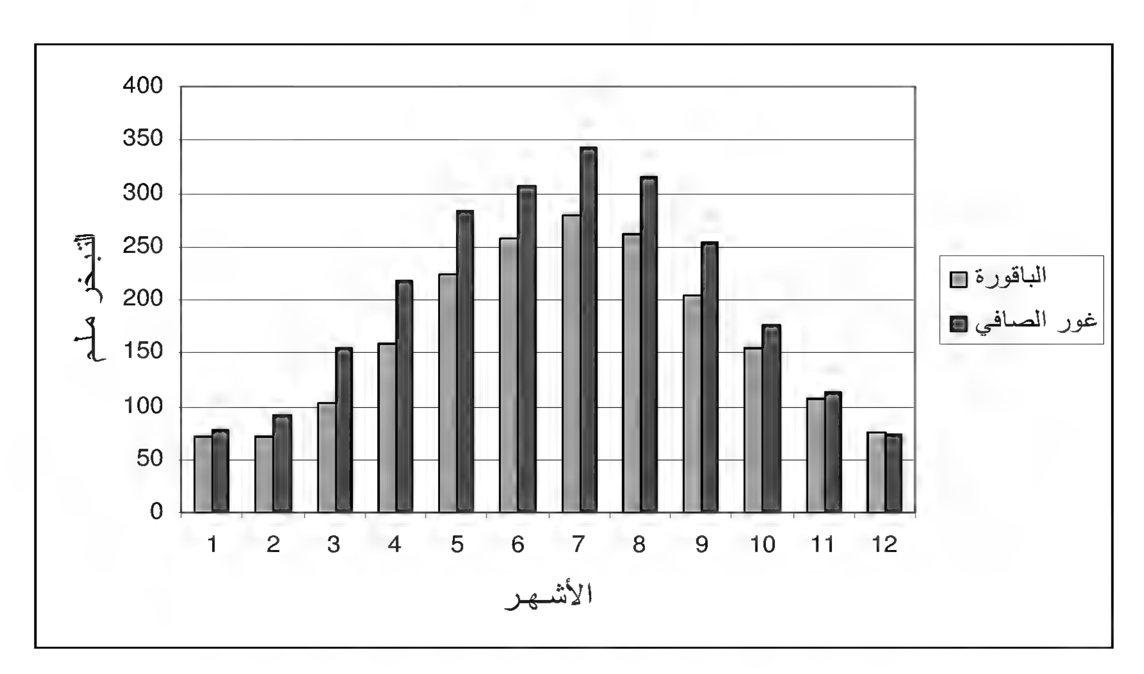
أما ترتيب المحاصيل في باقي منطقة الدراسة فنجده مختلف. فعلى سبيل المثال في الشكل رقم(١٩) في منطقة الأغوار الجنوبية نلاحظ أن المحصول الرئيس هو الخضروات خاصة البندورة وسبب انتشار زراعتها بمساحات كبيرة هو ارتفاع ربحيتها. وتعد هذه المنطقة المصدر الوحيد للبندورة التي تعرض في السوق المحلية والأقليمية خلال الفترة ما بين بداية كانون الأول ومنتصف كانون الثاني بسبب اعتدال درجة الحرارة في الشتاء والزراعة المبكرة في نهاية الصيف وبداية فصل الخريف. ويلاحظ تراجع مساحة الأراضي المزروعة بالخضروات بشكل بسيط بين ٤٠ ــ ٤٦ ألف دونم.

أما المحاصيل الحقلية والأشجار المثمرة فهي قليلة في غور الصافي. وتتراوح ما بين ١١٠ ــ ٤٠٠ دونم مع إرتفاع ملحوظ في زراعة الموز عام ٢٠٠٢ حيث وصلت المساحة إلى ٨٩٠٠ دونم تقريباً. وازدادت مساحة الأراضي المزروعة بالموز في الشونة الجنوبية من ٧ الآف دونم عام ١٩٩٠ إلى ١٠ الآف دونم عام ٢٠٠٢ . ويعود السبب في ازدياد مساحة الأراضي المزروعة بالموز إلى استقرار سعره ومردوده الجيد، وانخفاض المخاطرة به في هاتين المنطقتين مقارنة مع الأغوار الشمالية التي تتعرض لتكرار الصقيع الذي يلحق أفدح الأضرار بالمحاصيل الزراعية خصوصاً الموز. وقد تراجعت مساحة الأراضي المزروعة بالخضروات في الشونة الجنوبية من ٣٩ ألف دونم عام ١٩٩٠ إلى١٩ ألف دونم فقط عام ٢٠٠٢. ويعود السبب في ذلك إلى تدني مردود هذا المحصول مقارنة بالموز؛ كما أن المياه متوفرة بكثرة في هذه المنطقة حيث يقوم المواطنون بحفر الآبار الجوفية بترخيص وبغير ترخيص في كثير من الأحيان.

تقدير الإحتياجات المائية للمحاصيل وسيناريو التغير المناخي في منطقة الدراسة

١,٤ التبخر

يؤثر التفاوت في درجات الحرارة، والرطوبة النسبية، والرياح، وسطوع الشمس، والموقع الجغرافي لوادي الأردن في التباين الكبير، عبر أمتداده الطولي، في كميات التبخر وكذلك التبخر/النتح. وتبلغ أعلى كمية تبخر في أشهر حزيران وتموز وآب حيث تبلغ في الباقورة في شهر تموز ٢٨٠ ملم، في حين تصل في غور الصافي لنفس الشهر ٣٤٠ ملم. ويوضح الشكل(٢٠) التبخر في شمال الوادي بمحطة الباقورة وغور الصافي في الأغوار الجنوبية من حوض التبخر نوع Class A.



شكل رقم (٢٠)

المعدل الشهري للتبخر في محطتي الباقورة وغور الصافي حسب قياسات حوض التبخر من نوع "أ".

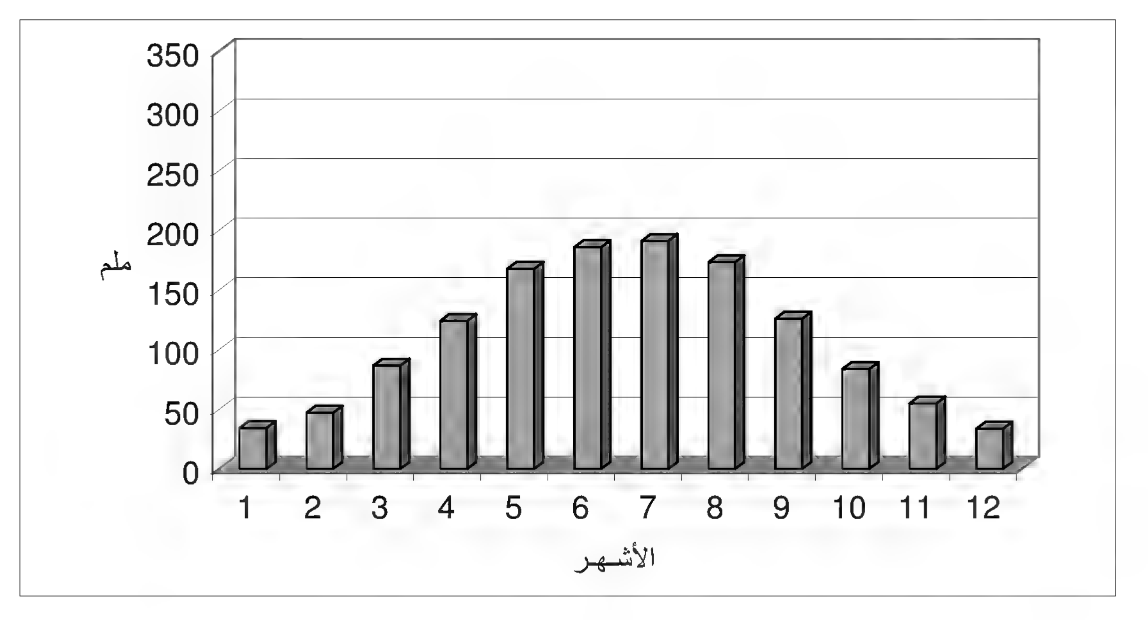
٢,٤ تقدير الإحتياجات المائية للمحاصيل

تم تقدير الإحتياجات المائية في ثلاث محطات هي الباقورة ومزرعة الجامعة وغور الصافي حسب طرق بنمان وثورنثويت وبليني كريدل آخذين الظروف المناخية والعناصر اللازمة لكل معادلة وفيما يلي عرض نتائج هذه الطرق.

١,٢,٤- طريقة بنمان:

توضح الأشكال (٢١-٢٣) الإحتياجات المائية في ثلاث محطات مناخية مختارة في منطقة وادي الأردن والأغوار الجنوبية ومن خلال هذه الأشكال نجد أن التبخر ـ النتح يتراوح ما بين حوالي ٣٠ ملم في شهر كانون الأول إلى ٢٠٠ ملم في شهر تموز. ويرتفع التبخر لجميع أشهر السنة في غور الصافي لإرتفاع درجة الحرارة وانخفاض الرطوبة الجوية وصفاء السماء لفترة طويلة مما يؤدي إلى زيادة الإحتياجات المائية.

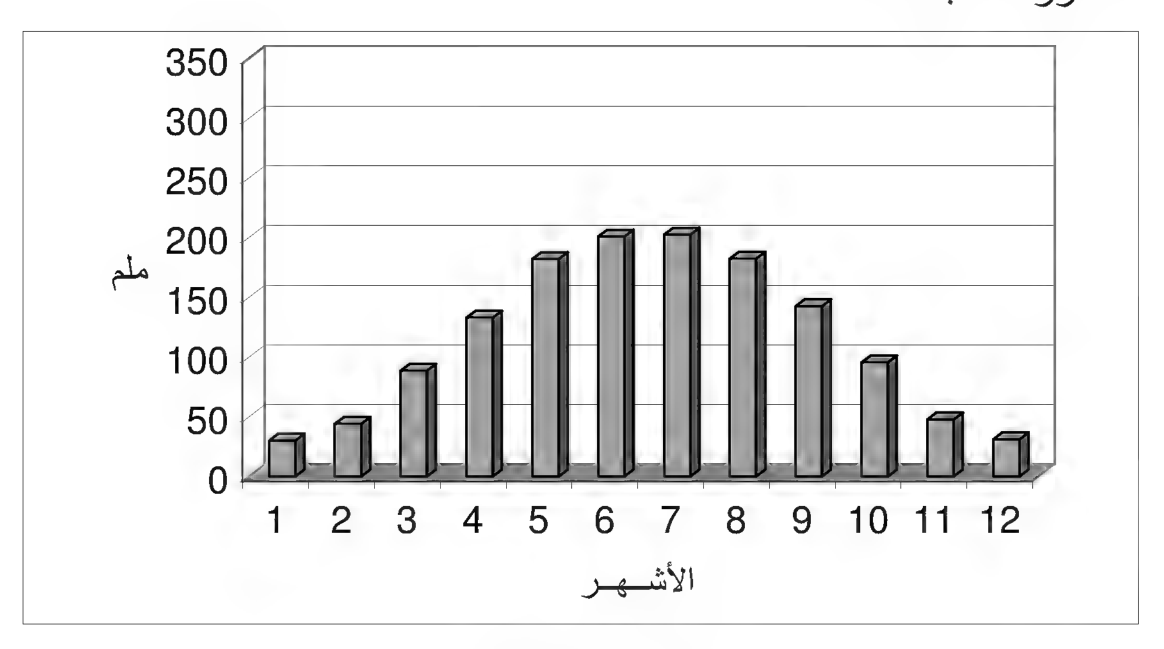
١- محطة الباقورة:



شكل رقم (٢١)

الإحتياجات المائية الشهرية في محطة الباقورة .

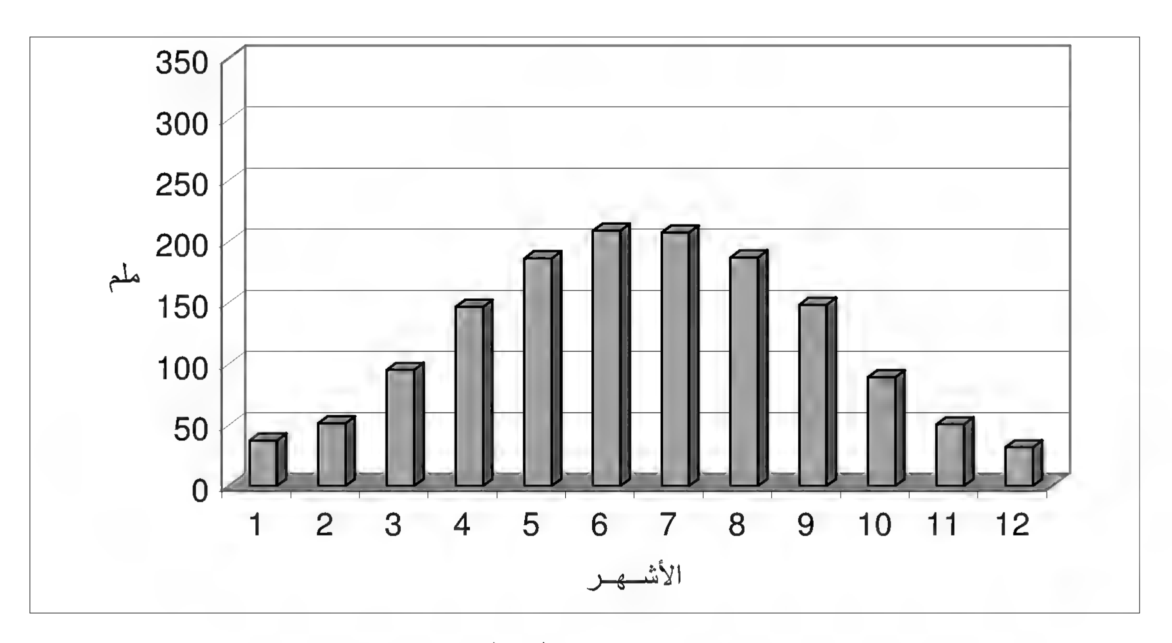
٢- مزرعة الجامعة:



شكل رقم (٢٢)

الإحتياجات المائية الشهرية في محطة مزرعة الجامعة.

٣- غور الصافي:



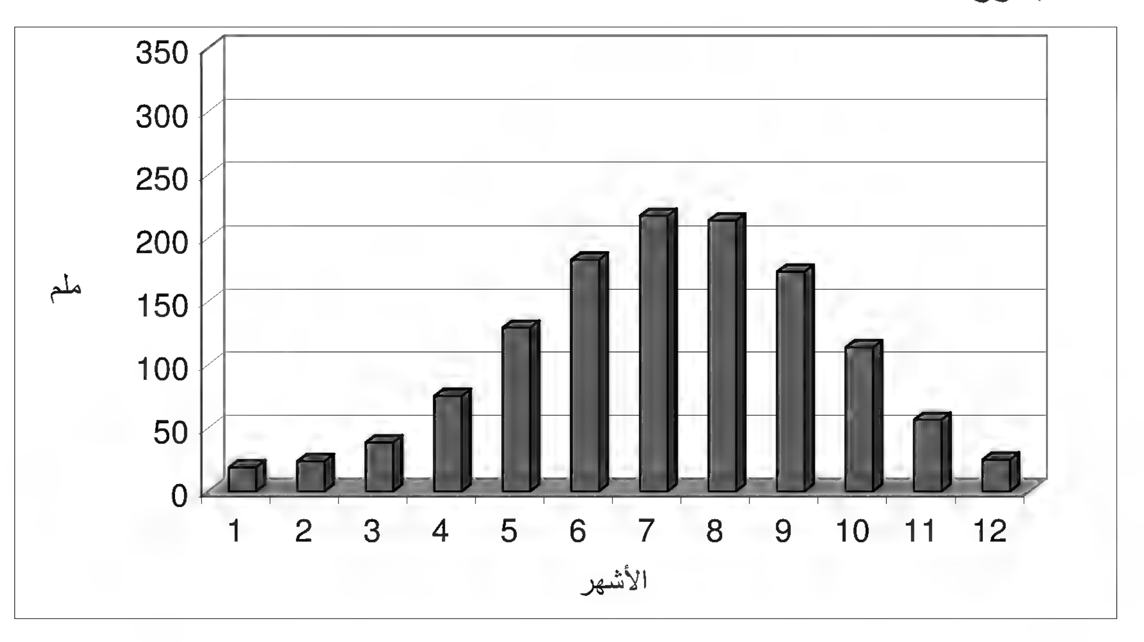
شكل رقم (٢٢)

الإحتياجات المائية الشهرية في محطة غور الصافي.

٢,٢,٤- طريقة ثورنثويت:

توضح الأشكال (٢٤-٢٦) الإحتياجات المائية في المحطات المختارة بإستخدام طريقة ثورنثويت.

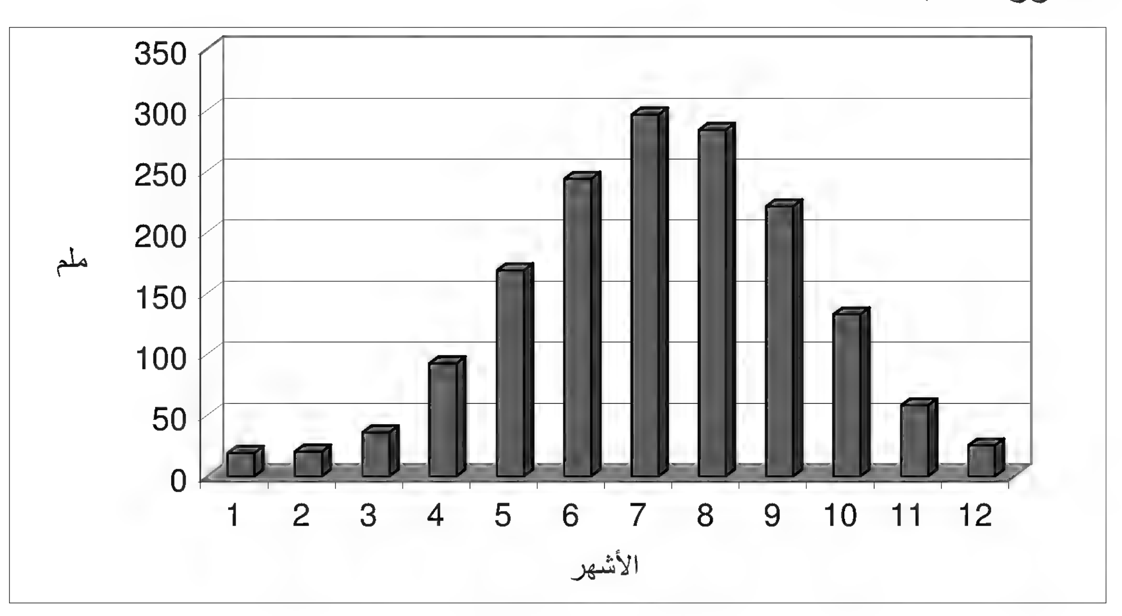
١- الباقورة:



شكل رقم (٢٤)

الإحتياجات المائية الشهرية في محطة الباقورة.

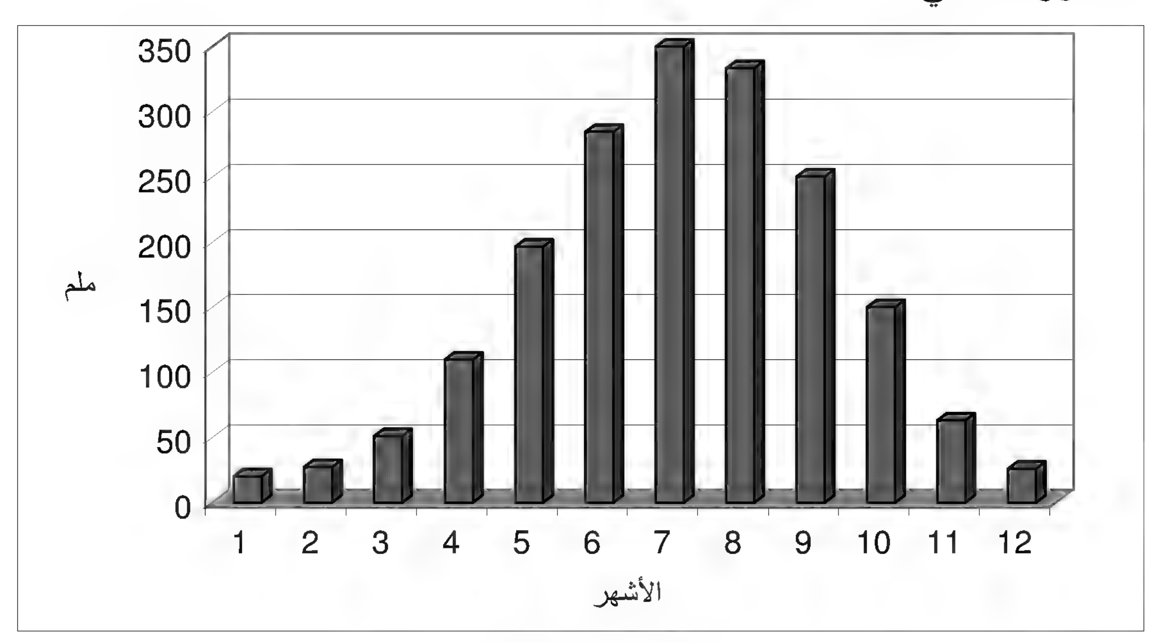
٢- مزرعة الجامعة:



شكل رقم (٢٥)

الإحتياجات المائية الشهرية في مزرعة الجامعة.

٣- غور الصافي:



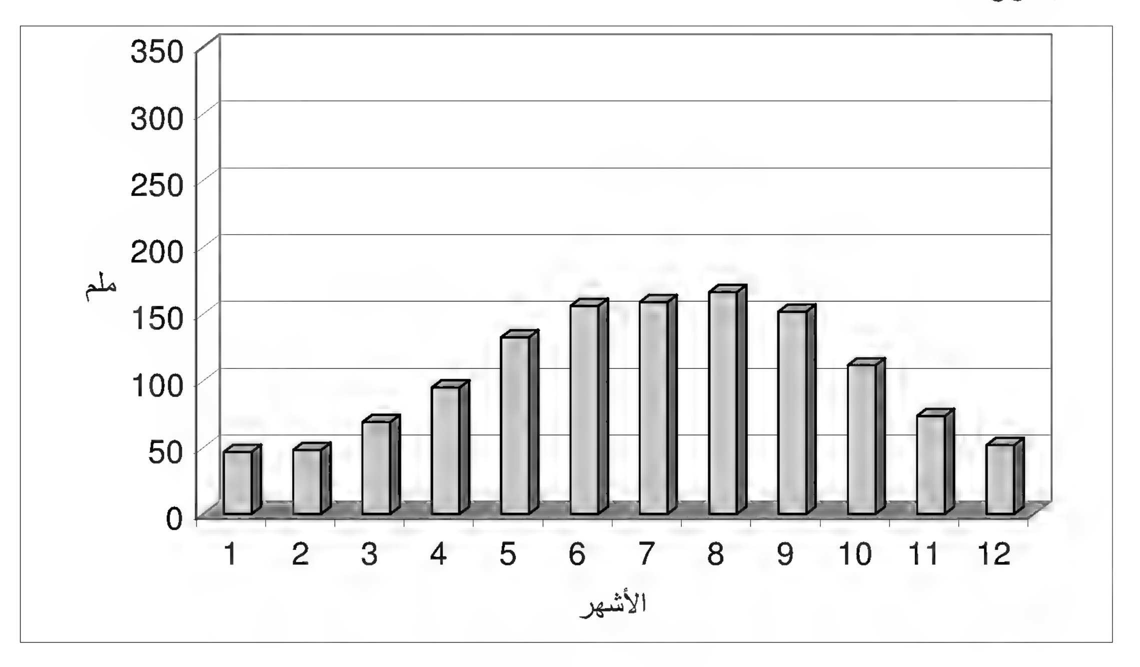
شكل رقم (٢٦)

الإحتياجات المائية الشهرية في محطة غور الصافي.

٣,٢,٤- طريقة بلاني ــ كريدل:

الأشكال البيانية(٢٧-٢٩) توضح الإحتياجات المائية لثلاث محطات مناخية وهي:

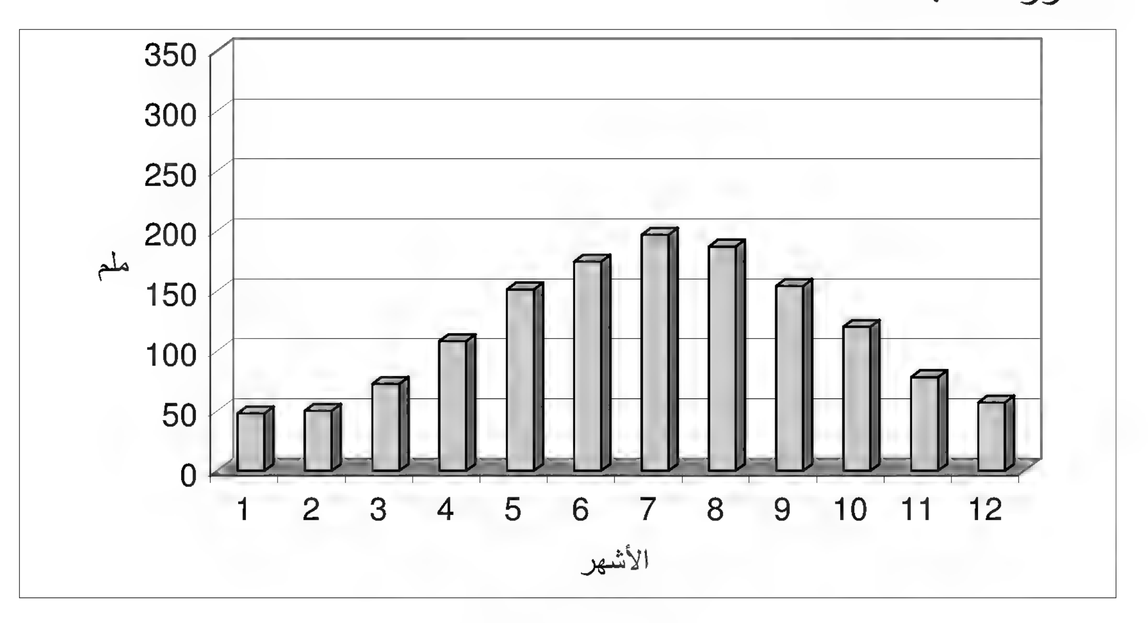
١- الباقورة:



شكل رقم (٢٧)

الإحتياجات المائية الشهرية في محطة الباقورة.

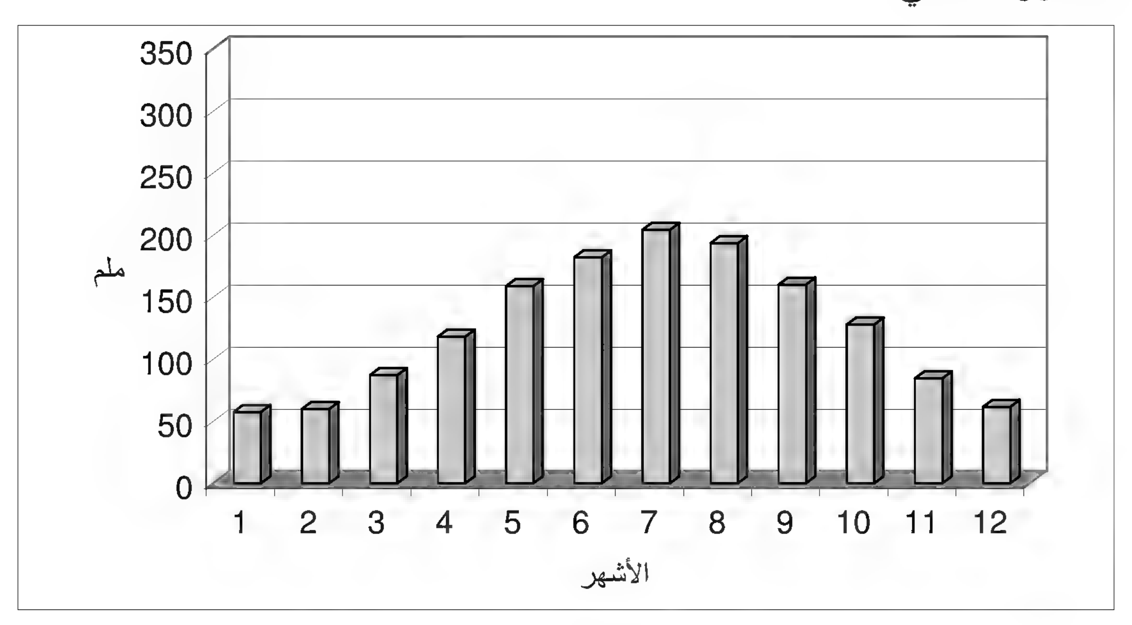
٢- مزرعة الجامعة:



شكل رقم (٢٨)

الإحتياجات المائية الشهرية في محطة مزرعة الجامعة.

٣- غور الصافي:



شكل رقم (٢٩)

الإحتياجات المائية الشهرية في محطة غور الصافي.

٤,٢,٤ النتائج والمناقشة:

من الملاحظ أن الإحتياجات المائية تتزايد بصورة كبيرة في الصيف، وتقل في الشتاء نظراً لأرتفاع درجة الحرارة في أشهر الصيف، ويبلغ الإحتياج المائي حسب معادلة بنمان في محطة الباقورة، ومزرعة الجامعة، وغور الصافي لشهر تموز ١٩٠و ٢٠٢ و٢٠٧ ملم على التوالي. بينما نجد أقل الإحتياجات المائية في شهر كانون الثاني حيث تبلغ لمحطة الباقورة ٣٤ ملم و٣٠ ملم في مزرعة الجامعة و٣٧ ملم في غور الصافي لنفس الشهر.

وحسب معادلة ثورنثويت فأن التبخر ــ النتح في محطة الباقورة يتراوح ما بين ١٩ ملم في شهر كانون الثاني إلى ٢١٧ ملم في شهر تموز. ونجده في محطة غور الصافي يتراوح ما بين ٢٠ ملم في شهر كانون الثاني إلى ٣٥٢ ملم في شهر تموز، ونجد الإحتياجات المائية حسب معادلة بلاني كردل مختلفة عن المعادلتين السابقتين حيث تبلغ في محطة الباقورة ١٥٨ ملم في شهر تموز بينما تصل إلى ٤٦ ملم في شهر كانون الثاني، وفي غور الصافي تبلغ الإحتياجات المائية لشهر تموز ٢٠٤ ملم بينما تصل في شهر كانون الثاني إلى ٥٧ ملم. ويعود هذا الاختلاف إلى إستخدام معامل محصول مقداره ٠,٧ للخضروات لجميع المحطات.

وكقاعدة عامة فإن صافي الإحتياجات المائية لجميع المحاصيل التي تنمو في الأجزاء الشمالية من وادي الأردن تقل من ١٠-١٥% عن مثيلتها التي تنمو في وسط وجنوب الوادي ويرجع السبب في ذلك إلى أن الأمطار في الأجزاء الشمالية عالية وتقل تدريجياً بإتجاه الجنوب، كما أن درجات الحرارة أقل والرطوبة النسبية أعلى في الأغوار الشمالية.

ومن الملاحظ أن التبخر حسب معادلة ثورنثويت كبير جداً في الأغوار الجنوبية في فصل الصيف مقارنة بمحطة دير علا حيث يصل الفرق بين المحطتين إلى ٧٠% بينما نجد أن الفروق في التبخر بين المحطتين قليل جداً في معادلة بنمان ولا يتجاوز ٨% لشهر تموز، ويعزى السبب في ذلك إلى أن معادلة ثورنثويت حساسة جداً لدرجة الحرارة ولكنها تهمل تماماً سرعة الرياح وأثره على التبخر مما

يقود إلى نتائج خاطئة خاصة في فصل الصيف. لذا يمكن الإستنتاج أن معادلة ثورنثويت قد تصلح للأشهر الباردة لتقدير التبخر ولكنها لا تصلح صيفاً خصوصاً في الأغوار للإرتفاع الشديد في درجة الحرارة هناك. وعلى الرغم من إعتمادها على أسس تجريبية بحتة فإن معادلة بليني ــ كريدل أعطت نتائج جيدة للتقديرات السنوية إلا أنها قللت كثيراً من التبخر في الأغوار في فصل الصيف. وفيما يلي جداول تبين نتائج المعادلات الثلاث حيث نلاحظ من تحليلها أن هناك تقارباً في النتائج السنوية للمعادلات الثلاث.

جدول رقم (٩)

التبخر ــ النتح حسب معادلة بنمان للمحطات المناخية الثلاث (ملم).

الأشهر	الباقورة	مزرعة الجامعة	غور الصافي
١	٣٤	٣٠	٣٧
٢	٤٧	٤٤	٥١
٣	٨٧	٨٨	٩٥
٤	١٢٤	١٣٣	١٤٦
٥	١٦٨	١٨٢	١٨٦
٦	١٨٦	٢٠١	٢٠٩
٧	١٩١	٢٠٢	٢٠٧
٨	١٧٣	١٨٢	١٨٧
٩	١٢٦	١٤٢	١٤٨
١٠	٨٤	٩٥	٨٩
١١	٥٥	٤٨	٥١
١٢	٣٤	٣١	٣٢
المجموع	١٣٠٩	١٣٧٨	١٤٣٨

جدول رقم (١٠)

التبخر ــ النتح حسب معادلة ثورنثويت للمحطات المناخية الثلاث (ملم).

الأشهر	الباقورة	مزرعة الجامعة	غور الصافي
١	١٩	١٩	٢٠
٢	٢٤	٢٠	٢٧
٣	٣٩	٣٦	٥١
٤	٧٥	٩٢	١١٠
٥	١٢٩	١٦٩	١٩٦
٦	١٨٣	٢٤٤	٢٨٤
٧	٢١٨	٢٩٦	٣٥٢
٨	٢١٤	٢٨٤	٣٣٣
٩	١٧٤	٢٢١	٢٥٠
١٠	١١٤	١٣٣	١٥٠
١١	٥٦	٥٨	٦٣
١٢	٢٥	٢٥	٢٦
المجموع	١٢٧٠	١٥٩٧	١٨٦٢

جدول رقم (١١)

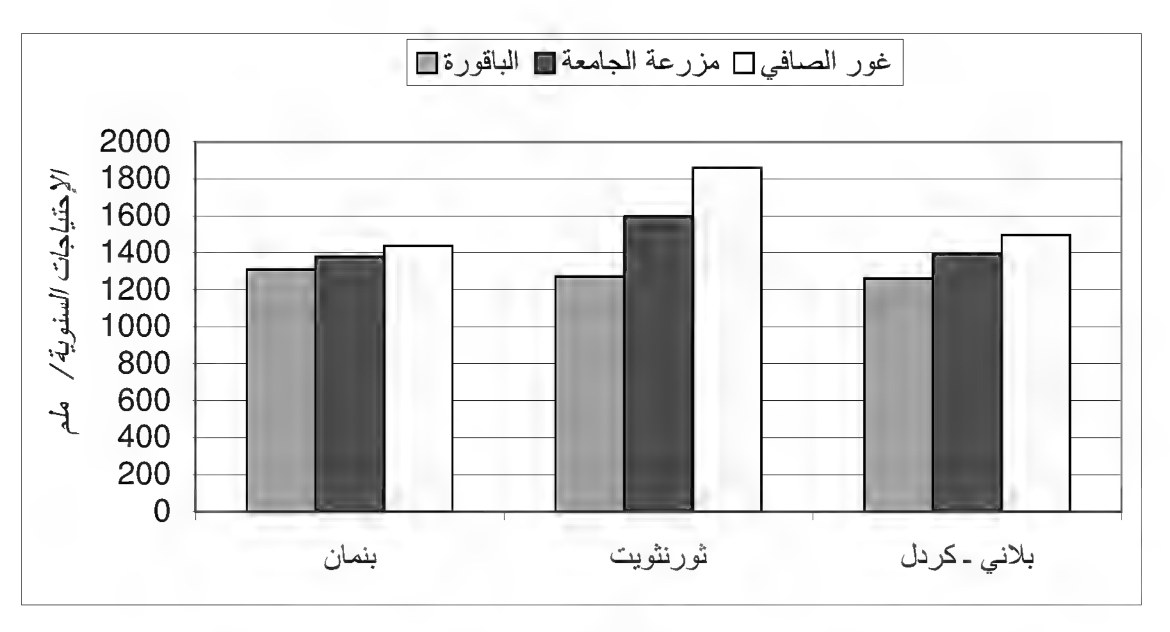
التبخر ــ النتح حسب معادلة بلاني ــ كريدل للمحطات المناخية الثلاث (ملم).

الأشهر	الباقورة	مزرعة الجامعة	غور الصافي
١	٤٧	٤٨	٥٨
٢	٤٨	٥٠	٦٠
٣	٦٩	٧٢	٨٧
٤	٩٤	١٠٨	١١٨
٥	١٣٣	١٥١	١٥٩
٦	١٥٦	١٧٤	١٨٢
٧	١٥٩	١٩٦	٢٠٤
٨	١٦٦	١٨٧	١٩٤
٩	١٥٢	١٥٤	١٦٠
١٠	١١٢	١٢٠	١٢٨

١١	٧٤	٧٨	٨٥
١٢	٥٢	٥٧	٦٢
المجموع	١٢٦٢	١٣٩٥	١٤٩٧

ويوضح الشكل البياني(٢٩) الإحتياجات المائية السنوية للمحطات الثلاث الذي يشير أن الإحتياجات المائية في الباقورة حسب معادلة بنمان تبلغ ١٣٠٩ملم/السنة، وفي معادلة بلاني كردل ١٢٦٢ ملم/السنة، وثورنثويت ١٢٧٠ملم/السنة، أما في مزرعة الجامعة الأردنية فيبلغ التبخر_ النتح ١٣٧٨ ملم/السنة حسب معادلة بنمان، و١٥٩٧ ملم/السنة حسب معادلة ثورنثويت، و١٣٩٥ ملم/السنة حسب معادلة بلاني _ كردل. أما في محطة غور الصافي فنجد الإحتياجات المائية السنوية حسب معادلات بنمان وثورنثويت وبلاني- كردل ١٤٣٨ و١٨٦٢ و١٤٩٧ ملم/السنة على التوالي، غير أن هناك فروقاً شهرية بين المعادلات الثلاث ويعود ذلك إلى طبيعة هذه المعادلات.

من خلال هذه الأرقام نجد أن معادلتي بنمان وبلاني _ كريدل تعطي نتائج متقاربة. أما في معادلة ثورنثويت فتنحرف عن هذه المعادلات بصورة كبيرة نسبياً. ويصل أكبر فرق بين معادلة ثورنثويت والمعادلتين الآخريين في محطة غور الصافي. ويعود السبب في ذلك إلى حساسية معادلة ثورنثويت لدرجة الحرارة لأنها تعتمد أساساً على هذا العنصر عكس معادلة بنمان التي تعتمد على مجمل الظروف المناخية للمنطقة.



شكل رقم (٣٠)

مجموع الإحتياجات المائية السنوية للمحطات المناخية الثلاث حسب معادلات بنمان وثورنثويت وبلاني كريدل.

وفي دراسة قام بها العرود وجد التبخر لظروف جوية تشبه تلك السائدة في وادي الأردن(محطة دير علا) حوالي ١٧٧٠ ملم/السنة. بينما كانت نتائج الدراسة لمزرعة الجامعة القريبة من محطة دير علا وحسب معادلة بنمان حوالي ١٣٨٠ ملم/السنة. بفارق ٣٩٠ ملم/السنة ويعود ذلك إلى أن (العرود، ١٩٩٦) حسب التبخر لمسطحات مائية إفتراضية معامل انعكاسها أقل من معامل انعكاس النبات، والطاقة الناتجة عن انخفاض الإنعكاس تستغل في تبخير الماء. كذلك أن أجهزة الرصد الجوي في محطة دير علا محاطة بسياج نباتي طويل مما يؤثر على سرعة الرياح المسجلة وينعكس هذا بدوره على القوة التبخيرية للهواء الذي يعتمد مباشرة على سرعة الرياح.

وتساعد الأرقام المتحصل عليها من هذه الدراسة في برمجة الري وتقدير كمية الماء الواجب أضافتها خلال فترات النمو كما أنها وبلا شك سوف تساعد المخططين في تقدير أحتياجات الري للمشاريع الزراعية الكبيرة في منطقة وادي الأردن والأغوار الجنوبية، وبالتالي زراعة المحاصيل حسب الإحتياجات المائية لها وحسب المناطق الأفضل مائياً لزراعتها بحيث لا يتم زراعة محاصيل مستهلكه للمياه في مناطق ذات أمكانيات مائية محدودة.

٣,٤ العلاقة بين معادلات التبخر وحوض التبخر

يعد حوض التبخر من الوسائل البسيطة التي تعطي مؤشراً جيداً عن الطاقة المتاحة للتبخر. وتوضح الجداول(١٣-١٥) النسب بين الإحتياجات المائية وحوض التبخر للمحطات المناخية الثلاث وحسب المعادلة التالية:

$$\alpha = Ei / Ep \qquad (١٢)$$

حيث أن:

α = النسبة بين المعادلة وحوض التبخر.

Ei= التبخر ــ النتح الذي تم الحصول عليه من المعادلة قيد الدراسة.

Ep= التبخر من حوض التبخر

جدول رقم (١٢)

النسبة بين الإحتياجات المائية للمعادلات الثلاث في محطة الباقورة والتبخر من حوض التبخر من نوع class A.

الشهر	بنمان	ثورنثويت	بلاني كردل
١	٠,٤٨	٠,٢٦	٠,٦٥
٢	٠,٦٥	٠,٣٢	٠,٦٧
٣	٠,٨٣	٠,٣٧	٠,٦٦
٤	٠,٧٨	٠,٤٧	٠,٦٠
٥	٠,٧٤	٠,٥٧	٠,٥٩
٦	٠,٧١	٠,٧٠	٠,٦٠
٧	٠,٦٨	٠,٧٨	٠,٥٦
٨	٠,٦٦	٠,٨١	٠,٦٣
٩	٠,٦١	٠,٨٥	٠,٧٤
١٠	٠,٥٣	٠,٧٣	٠,٧١
١١	٠,٥١	٠,٥٣	٠,٦٩

١٢	٠,٤٤	٠,٣٣	٠,٦٩
المعدل	٠,٦٤	٠,٥٦	٠,٦٤

جدول رقم (١٣)

النسبة بين الإحتياجات المائية للمعادلات الثلاث في محطة مزرعة الجامعة والتبخر من حوض التبخر من نوع class A.

الشهر	بنمان	ثورنثويت	بلاني كردل
١	٠,٥٢	٠,٣٣	٠,٨٤
٢	٠,٦٤	٠,٢٩	٠,٧٣
٣	٠,٧٤	٠,٣٠	٠,٦١
٤	٠,٦٦	٠,٤٦	٠,٥٤
٥	٠,٦٢	٠,٥٨	٠,٥٢
٦	٠,٦٠	٠,٧٤	٠,٥٢
٧	٠,٥٩	٠,٨٦	٠,٥٧
٨	٠,٦٣	٠,٩٨	٠,٦٥
٩	٠,٥٥	٠,٨٦	٠,٦٠
١٠	٠,٥٢	٠,٧٢	٠,٦٥
١١	٠,٤٦	٠,٥٦	٠,٧٥
١٢	٠,٤٧	٠,٣٨	٠,٨٦
المعدل	٠,٥٨	٠,٥٩	٠,٦٥

جدول رقم (١٤)

النسبة بين الإحتياجات المائية للمعادلات الثلاث في محطة غور الصافي والتبخر من حوض التبخر من نوع class A.

الشهر	بنمان	ثورنثويت	بلاني كردل

١	٠,٤٨	٠,٢٦	٠,٧٤
٢	٠,٥٥	٠,٢٩	٠,٦٥
٣	٠,٦١	٠,٣٣	٠,٥٦
٤	٠,٦٧	٠,٥٠	٠,٥٤
٥	٠,٦٥	٠,٦٩	٠,٥٥
٦	٠,٦٧	٠,٩٢	٠,٥٩
٧	٠,٦٠	١,٠٢	٠,٥٩
٨	٠,٥٩	١,٠٥	٠,٦١
٩	٠,٥٨	٠,٩٨	٠,٦٣
١٠	٠,٥٠	٠,٨٥	٠,٧٢
١١	٠,٤٤	٠,٥٥	٠,٧٤
١٢	٠,٤٣	٠,٣٥	٠,٨٤
المعدل	٠,٥٦	٠,٦٤	٠,٦٥

نلاحظ من الجداول الثلاثة أن هناك تقارباً بين معدلات نسبة التبخر للإحتياجات المائية للمحطات المناخية والتبخر من حوض التبخر من نوع "A" كما في محطة الباقورة. وتبلغ نسب معدلات التبخر السنوية في المحطة لمعادلات بنمان وثنورثويت وبلاني كردل ٠,٦٤، ٠,٥٦، ٠,٦٤ على التوالي. ونجد النسبة في محطة غور الصافي لمعادلات بنمان وثورنثويت وبلاني كردل ٠,٥٦، ٠,٦٤، ٠,٦٥ على التوالي، والتقارب في معدلات نسب التبخر يدل على أن التبخر من الحوض A class مقارب للتبخر حسب نتائج المعادلات الثلاث.

وكمثال على توزيع مياه الري الذي تقوم به سلطة وادي الأردن تم إختيار منطقة الاغوار الجنوبية لإعتماد المحاصيل فيها على الري التي يبلغ مجموع الأراضي الزراعية فيها ٤٦ ألف دونم تقريباً. ويظهر الجدول الفرق بين كميات المياه الموزعة وتلك المحسوبة في معادلة بنمان.

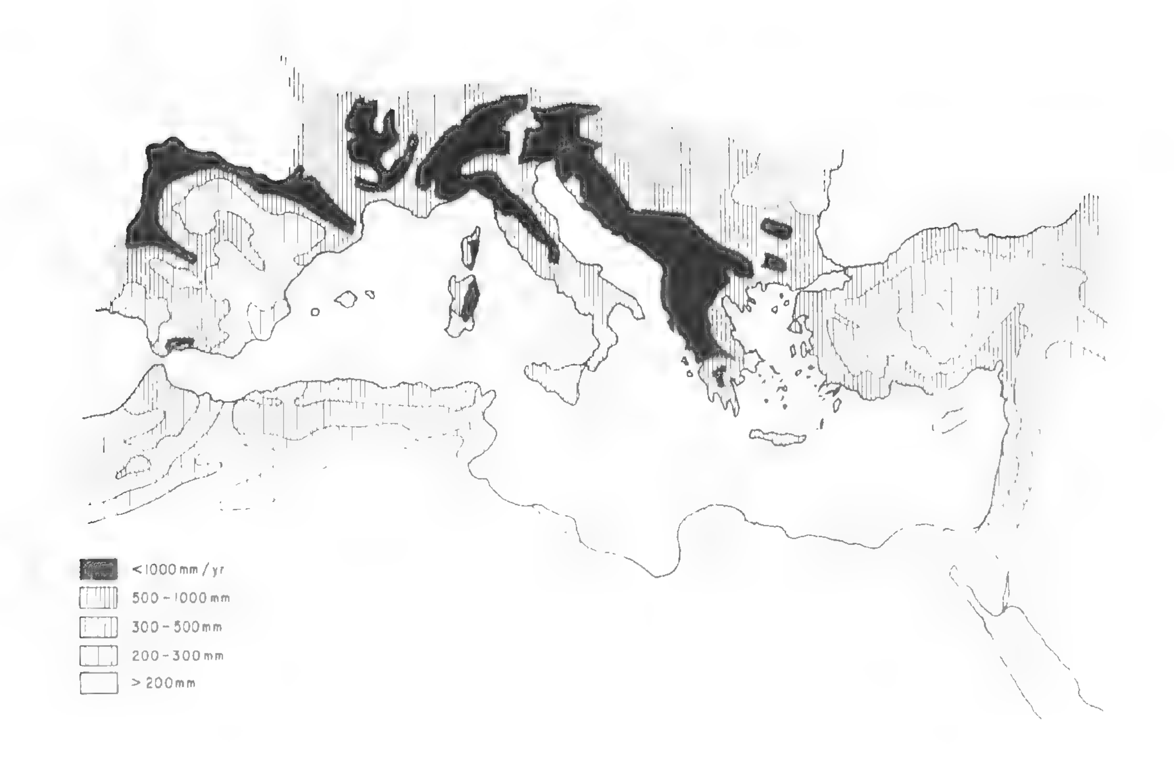
جدول رقم (١٥)

مقارنة بين كميات المياه التي توزعها سلطة وادي الأردن على الأراضي الزراعية وتلك المحسوبة من معادلة بنمان في منطقة الأغوار الجنوبية.

الشهر	الموز /ملم	معادلة بنمان/ملم	الفرق
١	٩٠	٣٧	٥٣
٢	٩٠	٥١	٣٩
٣	٩٠	٩٥	٥-
٤	١٢٠	١٤٦	٢٦-
٥	١٨٠	١٨٦	٦-
٦	٢٤٠	٢٠٨	٣٢
٧	٢٤٠	٢٠٧	٣٣
٨	٢٤٠	١٨٦	٥٤
٩	٢٤٠	١٤٨	٩٢
١٠	١٨٠	٨٨	٩٢
١١	٩٠	٥٠	٤٠
١٢	٩٠	٣١	٥٩

من خلال هذا الجدول نلاحظ أن هناك وفرة كبيرة في المياه الموزعة خلال الفصل البارد وذلك لقلة حاجة الموز للمياه وسقوط الأمطار في فصل الشتاء ونلاحظ أن الإحتياج المائي للموز في شهر كانون الاول حسب معادلة بنمان ٣١ ملم بينما الكمية التي توزعها السلطة هي ٩٠ ملم أي بزيادة تصل إلى ٥٩ ملم. ولكن هذه النسبة تقترب من القيم الفعلية في أشهر الصيف، ويصل الإحتياج المائي للموز في شهر تموز حسب معادلة بنمان ٢٠٧ ملم بينما توزع السلطة ٢٤٠ ملم ويقل الفارق ليصل إلى ٣٣ ملم أي أن الإحتياجات المائية في أشهر الصيف تزداد مما يدفع السلطة إلى زيادة كمية المياه ومع ذلك يحدث عجز في توزيع المياه في بعض الأشهر حيث تكون كمية المياه الموزعة من قبل السلطة أقل كما في شهر آيار ١٨٠ ملم بينما يكون الإحتياج المائي في هذا الشهر ١٨٦ ملم أي بعجز ٦ ملم.

وفي دراسة أعدها العرود (٢٠٠٥) إعتماداً على قياسات حقلية، وبإستخدام معادلة آلن وآخرون(١٩٩٨) وجد أن التبخر في منطقة الشونة الجنوبية يتراوح مابين ١ملم/اليوم في شهر كانون الثاني إلى حوالي ٨ملم/اليوم في أشهر الصيف.



شكل رقم (٣٢)

معدل سقوط الأمطار في حوض البحر المتوسط.

المصدر: Jeftic,et al.,١٩٩٢, p.٣ .

ينتج عن قلة الأمطار، وإرتفاع التبخر نقص دائم في المياه. وتبدو المشكلة أكثر وضوحاً في المنطقة الجنوبية، والشرقية للبحر المتوسط بينما تشكل في الشمال مشكلة موسمية مرتبطة بأشهر الجفاف التي تحدث صيفاً.

نظراً لموقع الأردن في الركن الجنوبي الشرقي من حوض البحر المتوسط فإنه يتأثر بعدد لا بأس به من المنخفضات التي تصل الحوض الشرقي والمنخفضات المحلية التي تتكون في ذلك الحوض خاصة في منطقة الضغط المنخفض الذي يتمركز في فصل الشتاء فوق جزيرة قبرص، والمياه المحيطة بها. وتعزى معظم التقلبات الجوية التي يتعرض لها الأردن في فصل الشتاء كالتقلبات اليومية في درجة الحرارة واتجاه الرياح وسرعتها وسقوط الأمطار وغيرها من الظواهر الأخرى إلى تأثره في ذلك الفصل بسلسلة متلاحقة من المنخفضات الجوية التي يفصل بين الواحد منها والآخر مرتفع جوي متنقل (شحادة، ١٩٩٦، ص ٢٦٣).

تقدر دائرة الأرصاد الجوية البريطانية المعدل السنوي لعدد المنخفضات الجوية التي تتكون في البحر المتوسط بستة وسبعين منخفضاً. ويلاحظ أن الجزء الأكبر من تلك المنخفضات يتكون في الحوض الغربي وجنوبي جبال أطلس أما عدد المنخفضات التي تؤثر على الحوض الشرقي للبحر المتوسط فعددها ثمانية وعشرين، ويتأثر الأردن في المعدل بأربعة وعشرين منخفضاً جوياً ماطراً في السنة. إلا أن بعض تلك المنخفضات يكون ضعيفاً، ويبعد مساره عن الأردن كثيراً نحو الشمال مما يجعل تأثيره المحدود على الأردن مقتصراً على المناطق الشمالية من البلاد التي تتعرض أكثر من بقية المناطق الأخرى لتأثير المنخفضات الجوية، وهذه المنخفضات لها دور مهم في مناخ الأردن لإنها تجلب الأمطار التي تؤثر على الحياة الإقتصادية والإجتماعية، وهذا ما نلاحظه في منطقة الأغوار الشمالية ذات التساقط المطري الأكثر من مناطق الأغوار الجنوبية حيث تسود زراعة المحاصيل الحقلية التي تعتمد على الأمطار(شحادة، ١٩٩١م، ص١٠٢).

أن تغيرات المناخ في البحر المتوسط سوف تزيد من المشاكل الموجودة أصلاً والتي هي في ازدياد نتيجة لتغير أنماط التساقط والتبخر، مما يؤدي إلى تغير انماط المحاصيل والزراعة.

أن النماذج المناخية والتي تعرف بأنها (تمثيل تشبيهي للعمليات الجوية والمحيطية والسطحية وحلها بواسطة الحاسوب)، لها أهمية كبيرة حيث يتم بها التنبؤ عن الطقس، ودراسة التغيرات التي تحدث على النظام المناخي الارضي وتعطي معلومات يمكن أن تستخدم كسيناريو للمستقبل(العرود، ٢٠٠١، ص١٨٨).

وتشير نماذج الدورة الهوائية العامة (General Circulation :GCCM Climate Models) أن درجة الحرارة السطحية في الحوض الشرقي للبحر المتوسط في حال تضاعف نسبة ثاني أكسيد الكربون سترتفع بحدود ٣,٥ درجة ساسيوس خلال مختلف الفصول، أما التهطال فسينخفض في الجزء الشرقي للبحر للمتوسط ويزيد في المناطق الشمالية من حوض البحر المتوسط ويقل في جنوبه ولكن يصعب تقدير وقت وحجم ذلك التغير(Jeftic,et al.,١٩٩٢, p.١٥).

٢,٥,٤ تغير المناخ وأثره على الموارد المائية

إن إرتفاع درجة الحرارة السطحية سيؤثر على الدورة الهيدرولوجية، وتشمل العناصر التي تتأثر بإرتفاع درجة الحرارة السطحية كل من الرطوبة الجوية، والتبخر- النتح، ورطوبة التربة، والجريان السطحي، وشكل الهطول (ثلج، مطر، برد)، وموعد ذوبان الثلج، ومستويات البحيرات، وجريان الأنهار، وتغذية المياه الجوفية وغيرها الكثير. وتصبح الدورة الهيدرولوجية أقوى في عالم أشد حرارة، ومن المقدر حسب تقرير التغير لمناخي لعام ٢٠٠١ أزدياد المتوسط العالمي للتهطال. ومن المرجح جداً تزايد شدة ظواهر التهطال (ومن ثم الفيضانات) فوق مناطق كثيرة في العالم.

يؤدي حدوث زيادة في درجات الحرارة عالمياً إلى ظواهر أشد تطرفاً كالجفاف والمطر الغزير، وسرتفع مستوى سطح البحر، وذلك من جراء التمدد الحراري وتناقص كتلة الثلاجات والقلنسوات الجليدية (كتلة جليدية في شكل قبة تغطي مساحة مرتفعة من الأرض تعتبر أصغر حجماً من الصفيحة الجليدية). مع استمرار الإرتفاع لدرجات الحرارة لمئات من الأعوام حتى بعد تثبيت غازات الدفيئة. ويرجع ذلك إلى أن المحيطات تستجيب بصورة بطيئة للتغيرات المناخية.

أن هطول الأمطار قد تزايد بنسبة تتراوح بين ٠,٥-١% في العقد الواحد في القرن العشرين فوق معظم المناطق ذات خطوط العرض الوسطى والقطبية في قارات نصف الكرة الأرضية الشمالي، لكن هناك تراجع في هطول الأمطار فوق الكثير من مناطق نصف الكرة الأرضية الشمالي بين درجتي العرض ١٠° إلى ٣٠° شمالاً خلال القرن العشرين بنحو ٠,٣%. وزاد الهطول فوق أجزاء كبيرة من المحيطات المدارية، وينشأ الآن نمط من الزيادات العامة في بخار الماء في طبقة الستراتوسفير الدنيا بنحو ١٠% منذ بداية سجل الرصد ١٩٨٠م، كما إنه هناك زيادة محتملة في غطاء السحب بنحو ٢% منذ بداية القرن العشرين(التغير المناخي، ٢٠٠١).

يعد تناقص الأمطار في بلد كالأردن الذي تعد فيه الزراعة مورداً أقتصادياً مهماً أمراً غاية في الخطورة، إذ أن الأردن بحكم موقعه كإقليم إنتقالي بين مناخ

البحر المتوسط في الغرب والشمال الغربي وبين المناخ الصحراوي في الشرق والجنوب الشرقي، وبالتالي فالأمطار السنوية لا تكاد تكفي لقيام زراعة بعلية ناجحة الإ في جزء بسيط جداً من مساحته مما يجعل أي تناقص في كمية الأمطار ذات آثار سيئة جداً على مساحة الأراضي الصالحة للزراعة البعلية.

وتشير نتائج النماذج المناخية إلى أن منطقة الشرق الأوسط ومن ضمنها الأردن ستعاني من عجز مائي أكبر مما هو عليه في الوقت الراهن لعاملين الأول إزدياد التبخر حيث أن ارتفاع درجة الحرارة السطحية بمقدار ٢-٤^{o} س سيؤدي إلى زيادة التبخر الكامن بحدود ١٢٠-٣٠٠ ملم في السنة تقريباً، أما العامل الثاني فهو أنخفاض التساقط المطري فيها. إن ازدياد درجة الحرارة السطحية سيؤدي إلى ازدياد التبخر الفعلي من التربة في شرق المتوسط، خصوصاً في فصلي الشتاء والربيع، لتوفر الرطوبة في التربة وهذا بدوره سيؤدي إلى مايلي: ١- خفض رطوبة التربة، ٢- خفض الجريان السطحي. عندما تنخفض رطوبة التربة فإن الغطاء النباتي الطبيعي والزراعة البعلية ستتأثر سلباً لأن النمو النباتي في هذه المنطقة تحدده بصورة رئيسة وفرة الماء(العرود،٢٠٠١، ص٢٣٣-٢٣٤).

٣,٥,٤ سيناريو تغير المناخ في شرق المتوسط

يعرف سيناريو المناخ بأنه تمثيل معقول ومبسط، في أغلب الأحيان، للمناخ الذي سيسود في المستقبل إستناداً إلى مجموعة متسقة داخلياً من العلاقات المناخية التي وضعت للإستخدام الصريح في تحري العواقب المحتملة لتغير المناخ الناجم عن الأنشطة البشرية المنشأ، وإسقاطات المناخ تستخدم في الغالب كمادة خام لوضع سيناريوهات المناخ، إلا أن هذه الأخيرة تحتاج عادة إلى معلومات إضافية مثل المعلومات عن المناخ الحالي المرصود، وسيناريو تغير المناخ هو الفارق بين سيناريو المناخ المتوقع والسيناريو الحالي. والسيناريوهات أمور يحتاج إليها، عادة، في عمليات تقييم تأثيرات تغير المناخ، والتكيف مع مقتضياتها وسرعة التأثر بها وذلك من أجل إعطاء آراء بديلة عن الظروف المستقبلية التي يرى أنها قد تؤثر في نظام أو نشاط ما.

جدول رقم (٢٠)

ملخص لتطور عدد سكان الأردن* وزيادة تركيز بعض الغازات**.

التاريخ	عدد سكان الأردن (مليون) نسمة	تركيز أوزون التروبوسفير (جزءفي المليون)	تركيز ثاني أكسيد الكربون (جزء في المليون)	تغير درجات الحرارة ^{o} (س)
١٩٩٠	٣,٤	-	٤٥٣	٠
٢٠٠٠	٥,٣	٤٠	٧٦٣	٠,٢
٢٠٢٠	٨,٣	~ ٦٠	٣٦٤- ٣٢٦	٠,٨- ٢,٦
٢١٠٠	٢٣	> ٧٠	٨٧٤- ٩٩٠١	١,٤- ٥,٨

الجدول: الأحصاءات العامة* البيانات من تغير المناخ،٢٠٠١ **.

نلاحظ من الجدول تزايد في تركيزات غازات الأوزون وثاني أكسيد الكربون مما يرفع درجة الحرارة حتى تصل في عام ٢١٠٠ إلى ٥^{o} س ، وكما ذكرنا فإن أرتفاع درجة الحرارة يساهم في زيادة التبخر، وبالتالي الإحتياجات المائية للمحاصيل، وفي ضوء التزايد السكاني للأردن بنسبة ٢,٥% فسوف يزيد ذلك من مشاكل الغذاء بسبب قلة المياه التي تؤثر على الإنتاج الزراعي.

تتنبأ تقارير الأنماط المناخية التي أصدرتها لجنة الأمم المتحدة بشأن المناخ بارتفاع درجات الحرارة في منطقة الشرق الأوسط (تضم المنطقة دول مثل تركيا، سوريا، الأردن، العراق...) بمقدار درجة أو درجتين (س) في الفترة ما بين ٢٠٣٠ و ٢٠٥٠ مع تركز الزيادة العظمى في الشتاء في الشمال الشرقي، وفي الصيف في الجنوب الغربي. كما يتوقع أن يرتفع معدل هطول الأمطار بشكل طفيف في أرجاء المنطقة خلال الشتاء، وأن يبقى على حاله في الصيف، باستثناء الجزء الجنوبي من شبه الجزيرة العربية، حيث يتوقع حدوث زيادة طفيفة. غير أن من المرجح أيضاً ارتفاع معدلات التبخر، بحيث أن المعدل السنوي لهطول الأمطار لن يظهر عليه أي تغير. ومن المعاني الضمنية التي تنطوي عليها هذه التحولات تفاقم مشكلة تعرية التربة، وتناقص المحاصيل وسوف تتحول هذه المشاكل إلى معضلة كبرى في بعض المناطق.

٤,٥,٤ سيناريو تغير المناخ في منطقة الدراسة

تم في هذه الدراسة رفع درجة حرارة الهواء بمقدار درجتين ونصف مع إبقاء العوامل الأخرى ثابتة لدراسة مدى حساسية التبخر ـــ النتح لهذا التغير في درجة الحرارة . وتم استخدام معادلة بنمان لأن تغير درجة حرارة الهواء يؤثر على الموازنة الإشعاعية من خلال تأثير ذلك على الإشعاع الحراري الواصل من الغلاف الجوي وعلى ضغط بخار الماء الإشباعي (جفافية الهواء).

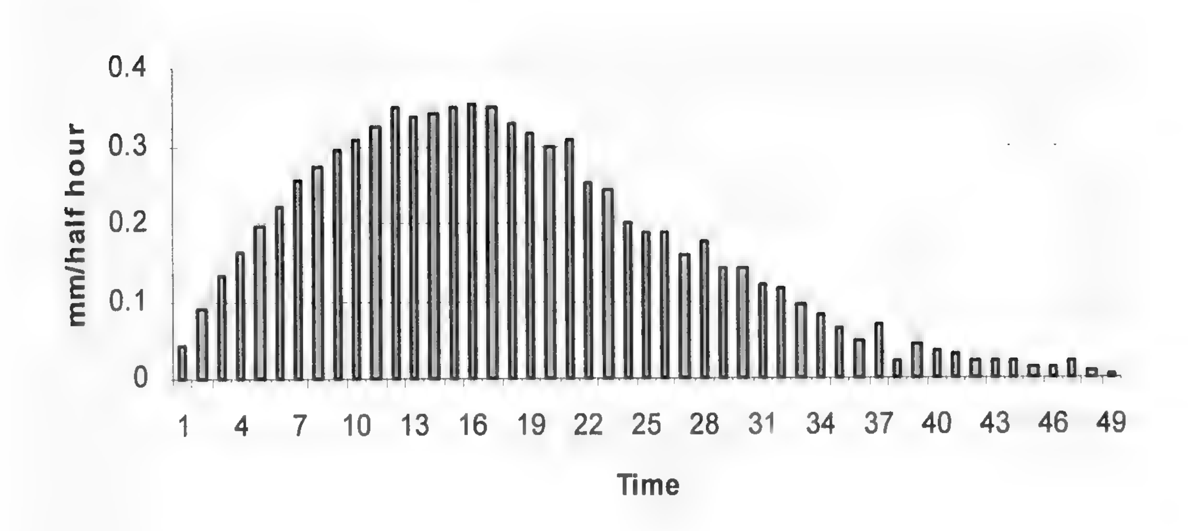
ونلاحظ من الجدول رقم (٢١) زيادة الإحتياجات المائية في المحطات الثلاث مقارنة بالإحتياجات المائية تحت الظروف المناخية السائدة حالياً. فقد كانت للباقورة ١٣٠٩ ملم/ السنة ولكن في ضوء التغير المناخي وصلت إلى ١٤٠٣ ملم/ السنة أي بزيادة سنوية مقدارها ١٠ ملم/ السنة تقريباً، كذلك الأمر بالنسبة لمنطقة غور الصافي حيث كانت الإحتياجات المائية فيها ١٤٣٨ ملم/السنة زادت في ظل سيناريو التغير المناخي إلى ١٥١١ ملم/السنة أي بفارق ومقداره ٧٣ ملم/السنة.

جدول رقم (٢١)

نتائج التغير المناخي حسب معادلة بنمان برفع درجة الحرارة ٢,٥° (س).

الأشهر	الباقورة	مزرعة الجامعة	غور الصافي
١	٤٣	٣٥	٤٢
٢	٥٤	٤٩	٥٦
٣	٩٦	٩٧	١٠٢
٤	١٣٣	١٤١	١٥٤
٥	١٧٧	١٩٠	١٩٤
٦	١٩٥	٢١٠	٢١٦
٧	٢٠٠	٢١١	٢١٤
٨	١٨٢	١٩١	١٩٤
٩	١٣٣	١٥٠	١٥٤
١٠	٨٩	١٠٢	٩٤
١١	٦٢	٥٢	٥٥
١٢	٤١	٣٦	٣٥
المجموع	١٤٠٣ ملم	١٤٦٥ ملم	١٥١١ ملم

ومن الملاحظ أن معادلة بنمان التي استخدمها الباحث قريبة كثيراً من نتائج الدراسات الحقلية سابقة الذكر. يمكن الإستنتاج أن معادلة بنمان هي أقرب المعادلات لإعطاء نتائج تتعلق بإحتياجات المحاصيل الزراعية. والشكل التالي يوضح نتائج الدراسة التي قام بها العرود.



شكل رقم (٣٢)
التبخر اليومي خلال شهر آب.

المصدر: (Oroud,٢٠٠٥).

٤,٤ التركيب المحصولي الامثل

يقصد بالتركيب المحصولي الأمثل هو تغيير تركيب المحاصيل لكي تصل إلى التوافق الأمثل بين المحاصيل، والموارد المائية المتاحة بحيث يتم استبدال المحاصيل ذات الإحتياجات المائية العالية بأخرى ذات احتياجات مائية أقل.

تعتبر الزراعة بشكل عام وفي الأغوار بشكل خاص محكومة بكمية المياه، ونوعيتها، وخصوبة التربة، وتعد منطقة الأغوار الشمالية (الشونة الشمالية) اكثر المناطق ملائمة لزراعة الأشجار المثمرة، والقمح، وذات معدلات انتاج مرتفعة،

ويشهد على ذلك تركز هذه الزراعة في تلك المناطق حيث تبلغ مساحة الأشجار المثمرة المزروعة فيها حوالي ٧٢ ألف دونم والقمح ١٤ ألف دونم تقريباً لعام ٢٠٠٢. بينما نجد هذه المساحة لنفس العام في منطقة الأغوار الجنوبية ١٠ ألف دونم للأشجار المثمرة وإنعدام زراعة القمح فيها.

يعد الموز أكثر المحاصيل إحتياجاً للمياه حيث يبلغ إحتياجاته المائية ١٧٠٠ م^{3}/دونم/سنة في شمال الوادي وتصل إلى ٢٤٠٠ م^{3}/دونم/سنة في الأغوار الجنوبية. لذلك لا بد من تظافر الجهود للحد من زراعته أو حتى الغاءها لتقارب السعر بين المستورد والمنتج محلياً، لذلك يفضل إستيراد الموز نظراً للوضع المائي في الأردن، وبالإضافة إلى أن الموز من المحاصيل الشرهة للمياه، وذات انتاجية منخفضة في الأغوار الشمالية والوسطى مقارنة بمناطق الأغوار الجنوبية فهو معرض لخطر الصقيع الذي يحدث في الأغوار الشمالية مما يعرضه للتلف، والخسارة الإقتصادية للمزارعين. والجدول التالي يمثل التركيب المحصولي المقترح في ضوء الإحتياجات المائية لمنطقة الدراسة.

جدول رقم (١٦)

التركيب المحصولي المقترح في منطقة الدراسة.

المنطقة	الأغوار الشمالية	الأغوار الوسطى	الأغوار الجنوبية
المحاصيل	حمضيات قمح أشجار مثمرة	حمضيات أشجار مثمرة خضروات القمح	خضروات

ويجب الآشارة إلى دعم البحث العلمي لإختيار محاصيل أقل إحتياجاً للمياه وزراعتها بحيث تعود بالفائدة الإقتصادية على المزارعين من خلال تفعيل دور مراكز البحوث الزراعية .

ومن الجدير بالذكر أن سلطة وادي الأردن تضطر خلال فصل الصيف الذي يمتد من شهر نيسان، وحتى تشرين الأول إلى تقنين المياه، مما يعني انه يجب دراسة كافة المحاصيل من حيث الإحتياجات المائية الفعلية من مياه الري، وفي أي المناطق تكون الإحتياجات المائية أقل وحسب الفصول، وعليه فإعادة النظر في التركيب المحصولي أمر ملح وضروري على أن يحتوي التركيب المحصولي على محاصيل ذات إحتياج مائي قليل.

٥,٤ التغير المناخي

تشير عبارة تغير المناخ إلى حدوث أي تغير عبر الزمن سواء كان ناجماً عن عمليات داخلية طبيعية بحته مثل الثورانات البركانية أو النشاط الشمسي أو عمليات لها علاقة بالنشاط البشري، وهذا الإستخدام يختلف عن التعريف الوارد في إتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ حيث تشير عبارة "تغير المناخ" إلى حدوث تغير في المناخ يعزى بشكل مباشر أو غير مباشر إلى النشاط البشري الذي يفضي إلى تغير في تركيب الغلاف الجوي العالمي والذي يضاف إلى تقلبية المناخ الطبيعية على مدى فترات زمنية متماثلة.

ويوجد في الوقت الراهن رأيان الأول يناصر فكرة أن النشاط البشري سيؤدي في نهاية المطاف إلى تغير مناخي مهم، والثاني يعارض بشدة أن يكون للإنسان أي دور فعال على المناخ ويعتبر التأثير البشري على المناخ الأرضي قليل جداً مقارنة مع المؤثرات الطبيعية (العرود،٢٠٠١).

أن تغير المناخ مشكلة ذات خصائص فريدة. فهي مشكلة عالمية وطويلة الأجل وتنطوي على تفاعلات معقدة بين العمليات المناخية، والبيئية، والأقتصادية، والسياسية، والإجتماعية، وبالتالي فأن هذا التغير له تأثير على قدرة البلدان في تحقيق أهداف التنمية، ويسيطر على التغيرات المناخية التأثيرات الناتجة عن غازات البيوت الدفيئة وتحدث ظاهرة الدفيئة بسبب الغازات ثلاثية الذرات مثل الأوزون، وثاني أكسيد الكربون، والماء وتقوم منفردة ومجتمعه بتغيير نسبي في التوازن الحراري للجو والجدول رقم (١٨) يبين تركيزات بعض الغازات.

ويشير التقرير الصادر عن الهيئة الحكومية حول تغيّر المناخ، وهي هيئة أقامها برنامج الأمم المتحدة للبيئة لوضع تقويم علمي حوله. أن المعدل العالمي لدرجة حرارة الهواء فوق سطح الأرض قد أزدادت ما بين ٠,٣ – ٠,٦ درجة سلسيوس خلال القرن الماضي. كما أن درجة الحرارة ستزداد ٣ درجات أضافية اذا أستمر الوضع على ماهو عليه بحلول ٢٠٥٠ م.

جدول رقم (١٧)

التغيرات المرصودة لبعض غازات الدفيئة.

نوع الغاز	نسبة الغاز قبل الثورة الصناعية	التركيز الحالي لسنة (٢٠٠٠)
ثاني أكسيد الكربون	٢٨٠ جزء في المليون	٣٧٠ جزء في المليون
الميثان	٧٠٠ جزء في المليون	١٧٥٠ جزء في المليون
أكسيد النتيروز	٢٧٠ جزء في المليون	٣١٦ جزء في المليون
أوزون التربوسفير	٣٥ جزء في المليون	تصل في أجواء المدن الملوثة ٢٠٠ جزء في المليون

المصدر: تغير المناخ، ٢٠٠١، ص٥.

ولقد بين أفراد الفريق العلمي "للهيئة" طبيعة العمل اللازم للحد من انبعاث الغازات الدفيئة وابقائها عند مستواها الحالي. وعلى الصعيد العالمي كانت أعوام التسعينات من القرن الماضي أشد العقود احتراراً وأن عام ١٩٩٨ كان أشد الأعوام احتراراً في فترة التسجيل بإستخدام الأجهزة (١٨٦١- ٢٠٠٠). ومن المرجح أن الأرتفاع في درجة الحرارة السطحية خلال القرن العشرين في نصف الكرة الأرضية الشمالي كان أعلى من الأرتفاع في درجة الحرارة السطحية في أي قرن آخر خلال الألف سنة الماضية والجدولين (١٩و٢٠) يوضحان التغيرات الحاصلة على الطقس، والنظام الأحيائي والفيزيائي(تغير المناخ، ٢٠٠١، ص٥).

جدول رقم(١٨)

التغيرات في الطقس خلال القرن العشرين.

مؤشرات الطقس	
المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية	تزايد بمقدار 0.6 ± 0.3 درجة مئوية خلال القرن العشرين. وتعرضت مناطق اليابسة لأحترار أشد من المحيطات.
درجة الحرارة السطحية في نصف الكرة الأرضية الشمالي	تزايدت خلال القرن العشرين أكثر من أي قرن آخر خلال الألف سنة الماضية، وكان عقد التسعينات أشد العقود احتراراً في الألفية.
الأيام الحارة/ مؤشر الحرارة	تزايدت.
أيام البرد/ الصقيع	تاقصت في معظم ماطق اليابسة خلال القرن العشرين.
التهطال القاري	تزايد بنسبة تتراوح بين ٧% و١٠% خلال القرن العشرين في نصف الكرة الشمالي، بالرغم من تناقصه في بعض المناطق (مثل شمال وغرب أفريقيا وأجزاء من البحر المتوسط).
ظواهر التهطال الغزير	تزايدت في مناطق خطوط العرض الوسطى والعليا الشمالية.
تواتر وشدة الجفاف	تزايد الجفاف في فصل الصيف في بعض المناطق، مثل أجزاء من آسيا وأفريقيا.

المصدر: التغير المناخي،٢٠٠١، ص٥.

جدول رقم (١٩)

التغيرات في النظام الأحيائي والفيزيائي خلا القرن العشرين.

المؤشرات الأحيائية والفيزيائية	
الغطاء الثلجي	تناقصت مساحته بنحو ١٠% منذ إتاحة الرصدات العالمية عن طريق السواتل في الستينات.
التربة المتجمدة	تعرضت للذوبان والاحترار والتدهور في أنحاء من المناطق القطبية وشبه القطبية والجبلية.
ظواهر النينو	تزايد تواترها وأستمرارها وشدتها خلال العشرين إلى الثلاثين عاماً الماضية مقارنة بالسنوات المائة السابقة.
موسم النمو	ازداد طولاً بنحو يوم إلى أربعة أيام لكل عقد خلال الأربعين عاماً الماضية في نصف الكرة الشمالي، ولا سيما في مناطق خطوط العرض العليا.
النطاقات النباتية والحيوانية	تزحزحت في إتجاه القطبين وإلى الإتجاه العامودي الأعلى في النباتات والحشرات والطيور والأسماك.
التكاثر والإزهار	الإزهار المبكر في النباتات، والتواريخ المبكرة لموسم التكاثر.

المصدر: تغير المناخ، ٢٠٠١، ص٦.

وهناك عقبات كثيرة تعترض دراسة التغير المناخي منها، غياب وجود نظرية عن آلية المناخ الأرضي، وقلة المعلومات المتوفرة عن المناخ الأرضي في الماضي، والإختلافات الإقليمية في التغيرات المناخية، ويعود التغير المناخي إلى جملة من الفرضيات وهي فرضيات النشاط الشمسي، فرضيات الهندسة الأرضية، فرضية البراكين، فرضية الشفافية الجوية، فرضيات التغيرات في الجغرافية الأرضية، وأخيراً فرضية دور الأنسان في التغير المناخي.

وقد يؤدي تغير المناخ المتوقع إلى خفض تدفقات المجاري المائية وتغذية المياه الجوفية في كثير من هذه البلدان التي تعاني إجهاداً مائياً، مثل البلدان المطلة على البحر المتوسط ومن ضمنها الاردن.

ويشكل تغير المناخ تحدياً للممارسات الحالية فيما يتعلق بإدارة موارد المياه، وستؤدي الإدارة المتكاملة لموارد المياه إلى تقرير الإمكانات في مجال التكيف مع التغير لأنه لا يمكن افتراض أن يكون النظام الهيدرولوجي في المستقبل هو ذاته النظام الذي كان سائداً في الماضي. وعليه فإن التحدي الرئيسي هو تخطيط، وإدارة موارد المياه بالتوفيق بين الإستخدامات، والطلبات المختلفة والمتغيرة خاصة في عملية الري، وسيلقي هذا الفصل الضوء على التغير في الإحتياجات المائية المستقبلية للإغراض الزراعية في وادي الاردن.

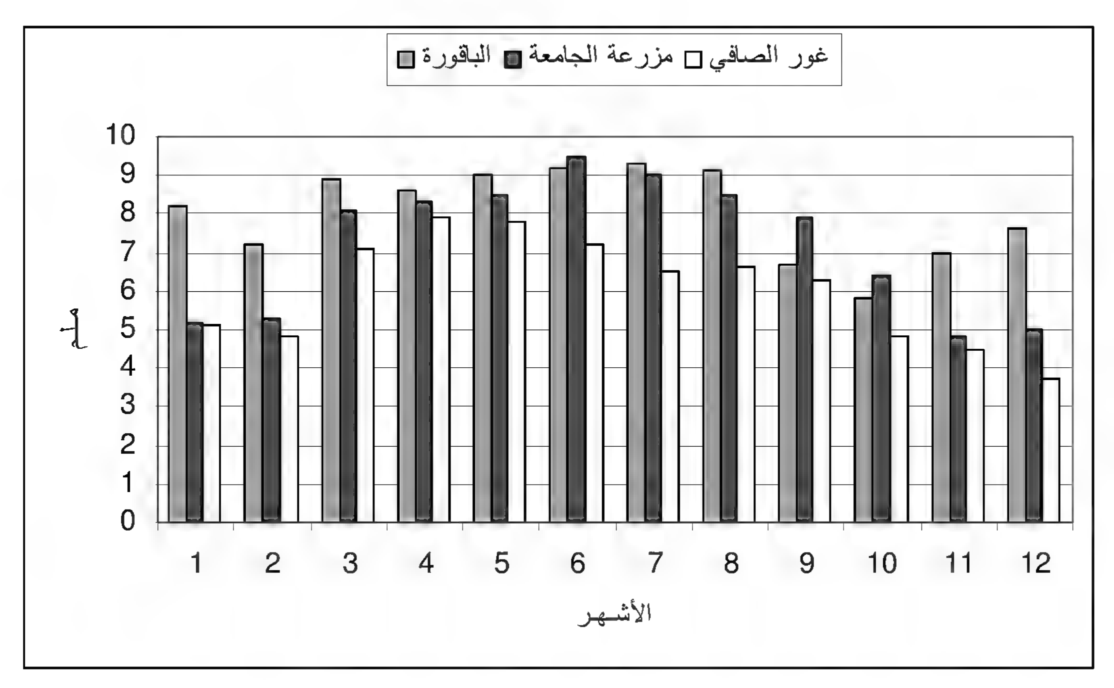
١,٥,٤ تغير المناخ في شرق البحر المتوسط:

يقسم حوض البحر المتوسط جغرافياً إلى ثلاثة أحواض رئيسة هي الحوض الغربي ويقع بين مضيق جبل طارق غرباً وإيطاليا شرقاً، والحوض الأوسط بين إيطاليا غرباً واليونان شرقاً، وأخيراً الحوض الشرقي ويقع إلى الشرق من اليونان. ويغطي البحر الأبيض المتوسط حوالي ٢,٥ مليون كيلومتر مربع، يبلغ طول الشريط الساحلي حوالي ٤٦ الف كم وتضم ١٨ بلداً من ضمنها ٨ بلدان عربية لها سواحل على البحر المتوسط. مناخياً يتميز بدرجات حرارة معتدلة عموماً وتساقط

مطري في الشتاء وصيف حار، وسقوط الأمطار شتاءاً هو ما يميز مناخ البحر المتوسط والشكل (٣٢) يوضح معدل سقوط الأمطار في هذا الحوض.

ويوضح الشكل رقم (٣٣) يبين الفروقات بين التبخر في حالة حدوث التغير المناخي والتبخر في الحالة الطبيعية، حيث نلاحظ زيادة التبخر_ النتح في المناطق الثلاث واذا حسبنا الفروقات السنوية للإحتياجات المائية بين سيناريو التغير المناخي والإحتياجات الحقيقية نجدها للمحطات الثلاث الباقورة، ومزرعة الجامعة، وغور الصافي ٩٧ و٨٧ و٧٣ ملم/ السنة على التوالي، وهذا يدل على أن المشكلة المائية ستتفاقم في حالة ارتفاع درجة الحرارة وذلك بزيادة الطلب على الماء لري المحاصيل الزراعية.

ومن الملاحظ أن محطة الباقورة ستشهد أكبر تغير في إحتياجاتها المائية ويعود السبب إلى أن سررعة الرياح في الباقورة أكبر مما هي عليه في المناطق الأخرى وبالتالي ستزداد القدرة التجفيفية للهواء في محطة الباقورة مقارنة بالمناطق الأخرى مما يعني أن العجز المائي سيتفاقم في الباقورة أكثر من المناطق لأن القدرة التجفيفية للهواء تتناسب طردياً مع سرعة الهواء ومع العجز في ضغط بخار الماء الأشباعي.



شكل رقم (٣٣)

الفروقات الشهرية بين سيناريو التغير المناخي والإحتياجات المائية الحقيقية/ ملم.

ومن خلال ما ورد سابقاً وإذا علمنا أن العجز المائي في الأردن سيبلغ ١١٨٢ مليون متر مكعب في عام ٢٠١٥ ادركنا حجم المشكلة المائية التي تواجه الأردن مستقبلاً، وسينعكس ذلك على الوضع الزراعي، ويؤدي ذلك الأمر إلى رفع أسعار المياه بالمستقبل مما سيزيد من المشاكل الإقتصادية في الأردن، وما يترتب عليها من مشاكل إجتماعية وإقتصادية.

بما اننا نبحث عن حلول لمعالجة الأزمة المائية التي يواجهها الأردن عن طريق تقليص الحصة المائية المخصصة للزراعة نظراً لإعطاء الأولوية لقطاعي الشرب، حيث يزيد عدد سكان في الأردن بشكل مستمر، وكذلك لقطاع الصناعة، لذا يجب ايجاد توليفة مناسبة لإنتاج المحاصيل الزراعية للحد من زراعة مساحة المحاصيل الزراعية الأكثر إحتياجاً للمياه(مثل الموز والفواكه)، والتوسع في المقابل بالمحاصيل الزراعية الأقل إحتياجاً للمياه.

الفصل الخامس

النتـــائج والتــوصـــيات

١,٥ النتائج

لقد توصلت الدراسة إلى النتائج التالية:

١- يعاني الأردن من عجز دائم في المياه ولكافة الأستخدامات، ويتوقع أن يصل العجز إلى ١١٨٢ مليون متر مكعب في عام ٢٠١٥م.

٢- تتذبذب الامطار في الأردن بشكل واضح مما ينعكس على الوضع المائي في منطقة الدراسة حيث يعتمد الري على مياه الأمطار المتجمعة في الأودية الجانبية.

٣- ترتفع كمية الإحتياجات المائية في منطقة غور الصافي أكثر من المناطق الأخرى في الوادي لإرتفاع درجة الحرارة وبالتالي زيادة التبخر في تلك المنطقة، ويكون الأحتياج المائي للمحاصيل بشكل عام مرتفع في فصل الصيف.

٤- ازدادت زراعة الموز والفواكه في وادي الأردن والأغوار الجنوبية رغم إحتياجاتها المائية الهائلة مقارنة بالخضروات والحبوب. فقد ازدادت مساحة الأراضي المزروعة بالموز في الشونة الجنوبية من ٧ آلف دونم عام ١٩٩٠ إلى ١٠ آلف دونم عام ٢٠٠٢، وفي غور الصافي من ٦٥ دونم عام ١٩٩٠إلى حوالي ٩ آلف دونم عام ٢٠٠٢.

٥- عند رفع درجة الحرارة في منطقة الدراسة بحوالي ٢,٥ ^{o} (س) ازدادت الإحتياجات المائية في الباقورة ومزرعة الجامعة وغور الصافي بحوالي ١٠٠ملم، ٩٠ملم، ٧٠ملم على التوالي.

٦- تشير النماذج المناخية إلى أن منطقة الشرق الأوسط ومن ضمنها الأردن ستعاني من عجز مائي اكبر مما هو عليه الآن لإنخفاض المطر ولإرتفاع درجة الحرارة السطحية بمقدار ٢-٤ ^{o} (س) مما يزيد التبخر الكامن بمقدار ١٢٠-٣٠٠ ملم سنوياً.

٢,٥ التوصيات

تقترح الدراسة التوصيات التالية:

١- تغيير التركيب المحصولي في منطقة الدراسة بحيث تتناسب والظروف المناخية فيها في ضوء قلة الامطار وزيادة التبخر.

٢- ترشيد استخدامات المياه وتغيير بعض عادات الإستهلاك ويكون ذلك على المستوى الوطني لإهمية هذا المورد.

٣- إستخدام المياه العادمة المعالجة للصناعة ولبعض أنواع النباتات التي لا تتأثر بها والحدائق العامة.

٤- حماية مصادر المياه من التلوث والمحافظه على نوعيتها.

٥- وضع قاعدة بيانات بشأن إستخدام المياه والأرض والغطاء النباتي وإحتياجات المحاصيل.

٦- وقف ترخيص زراعة الموز والغاء الحواجز على استيراد المحاصيل المستهلكه للمياه بكثرة.

٧- تكثيف الدراسات حول التغير المناخي خاصة التغير المؤثر على الأردن لما له من أهمية في التخطيط والتنمية.

قائمة المراجع

أولاً. المراجع العربية

البحيري، صلاح(١٩٩١). **جغرافية الأردن**، مكتبة الجامع الحسيني، عمان.

اتحاد مجالس البحث العلمي العربية(١٩٨٨). **الإحتياجات المائية للمحاصيل والأشجار في المناطق البيئية العربية المختلفة**، بغداد.

العرود، ابراهيم(٢٠٠١). **التغير المناخي في الميزان**، ط١ ، وزارة الثقافة، عمان.

العرود، ابراهيم(١٩٩٧). **مبادىء المناخ الطبيعي**، ط١، عمان، دار الشروق للنشر والتوزيع.

العرود، ابراهيم(١٩٩٦). **تقدير التبخر من المسطحات المائية الإصطناعية المقامة أو المقترحة في المناطق الجافة وشبه الجافة في الأردن**،مؤته للبحوث والدراسات، جامعة مؤته، م١١، ع٥.

الراوي، مسارع(١٩٩١). **تغير المناخ**، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، برنامج الأمم المتحدة للبيئة، تونس.

القاسم، صبحي(١٩٩٥). **الإجراءات التصحيحية المستقبلية لنظم الإنتاج الزراعي في أخدود وادي الأردن**، مجلد ١، من دراسة أعدها مكتب التنمية الزراعية المتكاملة بتكليف من الوكالة الألمانية للتعاون الفني، عمان.

القاضي، عبد الفتاح والمحيسن، خالد(٢٠٠١). **التقييم المالي والأقتصادي لإنتاج الموز في الأردن**،دراسات(العلوم الزراعية)،م٢٨،ع٢،٣، ص ٢٩٩-٢٥٩.

المويلحى، نبيل وخراز، منذر(١٩٩٤). **ترشيد أستخدامات المياه بالأردن**، المنظمة العربية للتنمية الزراعية.

النقشبندي، غازي(٢٠٠٢). **اسس وتقنيات ري الأراضي الزراعية**، الطبعة الإولى.

البنك الدولي(٢٠٠١). **تغير المناخ: التقرير التجميعي**، الهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ.

جامعة الدول العربية(٢٠٠٠). **حلقة العمل القومية حول تحديد الإحتياجات المائية لمحاصيل الخضر في الوطن العربي**،المنظمة العربية للتنميةالزراعية، الخرطوم.

جامعة الدول العربية، أيلول(١٩٩٧). **دراسة حول تحسين كفاءة الري الحقلي في الدول العربية**، المنظمة العربية للتنمية الزراعية، الخرطوم.

جامعة الدول العربية، آب(١٩٩٧). **الدورة التدريبية القومية حول تحسين كفاءة الري الحقلي عمان ٥-١٠/٤/١٩٩٧**، المنظمة العربية للتنمية الزراعية، الخرطوم.

جامعة الدول العربية(١٩٩٥). **دراسة ترشيد استخدامات المياه في الأردن**، المنظمة العربية للتنمية الزراعية، الخرطوم.

خصاونة، محمد والغزاوي، علي(١٩٩٣). **مياه الري والزراعة في وادي الأردن: إمكانية زراعة محاصيل بديلة**، مركز الدراسات الدولية، الجمعية العلمية الملكية، عمان، ص١١، ١٢.

خليل، محمود(١٩٩٨). **العلاقات المائية ونظم الري**، جامعة الزقازيق، منشأة المعارف بالأسكندرية.

دائرة الأرصاد الجوية، **كتاب المعلومات المناخية للأردن**، اصدار ٢٠٠٢.

دائرة الأرصاد الجوية، **السلاسل الزمنية للمعدلات الشهرية لبعض عناصر الطقس في الأردن**، ٢٠٠٠.

دائرة الإحصاءات العامة، الإحصاءات الزراعية، ١٩٩٠-٢٠٠٢.

سميرات، فادية(١٩٩٨). **إقتصاديات الزراعة المروية في وادي الأردن للفترة ١٩٨٥-١٩٩٥**، رسالة ماجستير، الجامعة الأردنية، الأردن، عمان.

شحادة، نعمان(١٩٨٣). **المناخ العملي**، ط٢، الجامعة الأردنية، عمان.

شحادة، نعمان(١٩٩٦). **الجغرافية المناخية علم المناخ**، دار المستقبل للنشر والتوزيع، عمان.

شحادة، نعمان(١٩٩١). **مناخ الأردن**، ط١، عمان، دار البشير.

شطناوي، محمد، وآخرون(١٩٩٨). **نماذج تقدير الإستهلاك المائي للمحاصيل الزراعية في الأردن**، مركز البحوث والدراسات المائية والبيئية، الجامعة الأردنية.

شطناوي، محمد، وآخرون(١٩٨٧). **الإستهلاك المائي لمحصولي القمح والشعير في الأردن**، دراسات (العلوم الزراعية)، م ١٤، ع٢.

عبد العظيم، محمد(١٩٩٧). **الري والأساسيات والتطبيق في استصلاح الأراضي**، قسم الأراضي والمياه، جامعة الأسكندرية.

عيسى، ابراهيم(٢٠٠٣). **أزمة المياه في العالم العربي**، جامعة الأزهر بأسيوط، دار الكتاب الحديث.

مجدلاوي، محمد(١٩٩٣). **التحليل الأقتصادي لدعم مياه الري في وادي الأردن**، رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية، الأردن، عمان.

مركز الربة للبحوث الزراعية(٢٠٠٢). إحصاءات زراعية، المكتبة.

موارد الأرض نحو أستخدام امثل(١٩٩٥). الأسبوع العلمي الأردني الثالث، ٢٦ آب – ٢ أيلول، المجلد الثالث، **الأوراق العلمية "المياه"** ،ص١٥٧.

موسى، علي(١٩٩٤). **المناخ والزراعة**، ط١، دار دمشق، دمشق.

وزارة المياه والري(٢٠٠٣). **المياه والزراعة في الأردن– واقع وتطلعات**، إدارة الأعلام والتوعية المائية.

وزارة المياه والري(٢٠٠٢).**مياه الري في الأردن**، إدارة الأعلام والتوعية المائية.

ثانياً. المراجع الأجنبية.

Allen, R.G, L.S Pereira, D.Raes, & M.Smith (١٩٩٨). **Crop Evapotraspiratio Guidelines for Computing Crop Water Requirements FAO Irrigation and Drainage**, p ٥٦, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Bolin, B, Doos. B.R, Jager.j, & W.A.R (١٩٨٩). **The Greenhouse Effect Climatic Chang and Ecosystems,** John Wiley & Sons, England.

Dunne.T,and Leopold.L.B (١٩٧٨). **Water in Environmental Planning** , W.H.Freeman and Company,USA.

Howell, T.A, Tolk.J.A, Schneider. D.A, Evett.R.S (١٩٩٨). **Evapotranspiration, Yield, and Water Use Efficiency of Corn Hybrids Differing in Maturity**, Agronomy Journal, v ٩٠, n ١, pp ٣-٩.

Ibanez, M, and Castellvi, F (٢٠٠٠). **Simplifying Daily Evapotranspiration Estimates over Short Full-Canopy Crops,** Agronomy Journal, v ٩٢, n ٤, pp ٦٢٨-٦٣٢.

Jeftic, L, Milliman,J.D,and Sestini.G (١٩٩٢). **Climatic Change and the Mediterranean**, Edward Arnold, USA.

Oroud, I.M (١٩٩٨).**The Influence of Heat Conduction on Evaporation Form Sunken Pans in Hot Dry Environment**, Journal of Hydrology,n ٢١٠, pp ١-١٠.

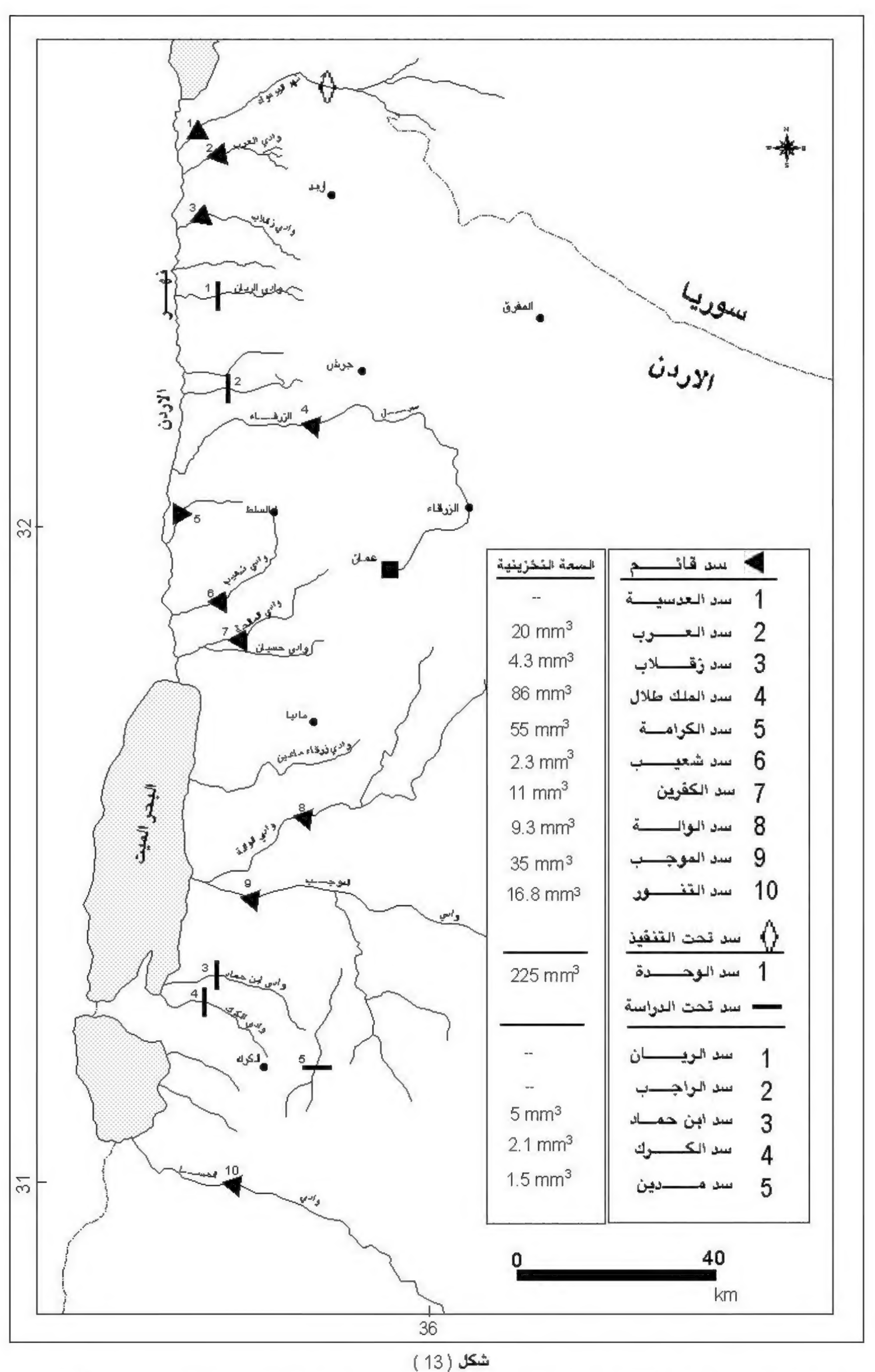
Oroud, I.M, and Naserallah (١٩٩٨). **Incoming Long WaveRadiation Enhancement by Cloud Cover**, Physical Geography, v١٩ , n ٣, pp ٢٥٦-٢٦٩.

Parry, L.M (١٩٧٨). **Climatic Change Agriculture and Settlement**, Studies in Historical Geography, Dawson Arghon Books, pp ٦٨-٩٤.

Rosenberg, N.J , Blad, B.L, and Verma, S.B(١٩٨٣) **Microclimate: The Biological Environment**, John Wiley & Sons, New York.

Watson, R.T, Zinyowera M.C, Moss .H.R, Dokken .J.D(١٩٩٨). **The Regional Impacts of Climate Chang**, A Special Report of IPCC Working Group II, Cambrige University Press, pp٢٥٠.

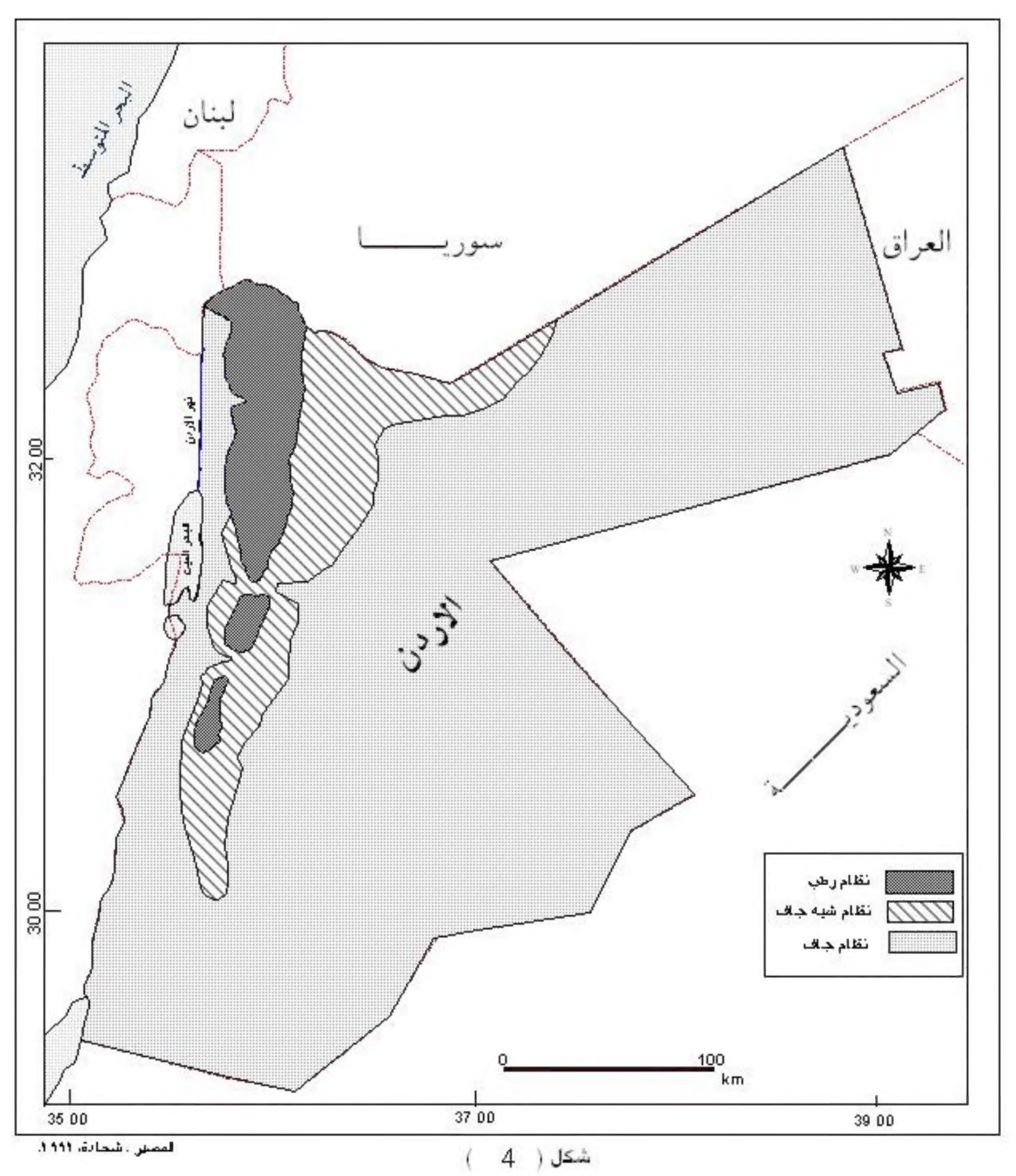
Wright, J.L (١٩٨٨). **Daily and Seasonal Evapotranspiration and Yield of Irrigated Alfalfa in Southern Idaho**, Agronomy Journal, v ٨٠,n ٤.



شكل (13)

المجاري المائية الرئيسية والسدود المقامة وتحت التنفيذ والسدود تحت الدراسة والطاقة التخزينية لكل منها في منطقة الدراسة.

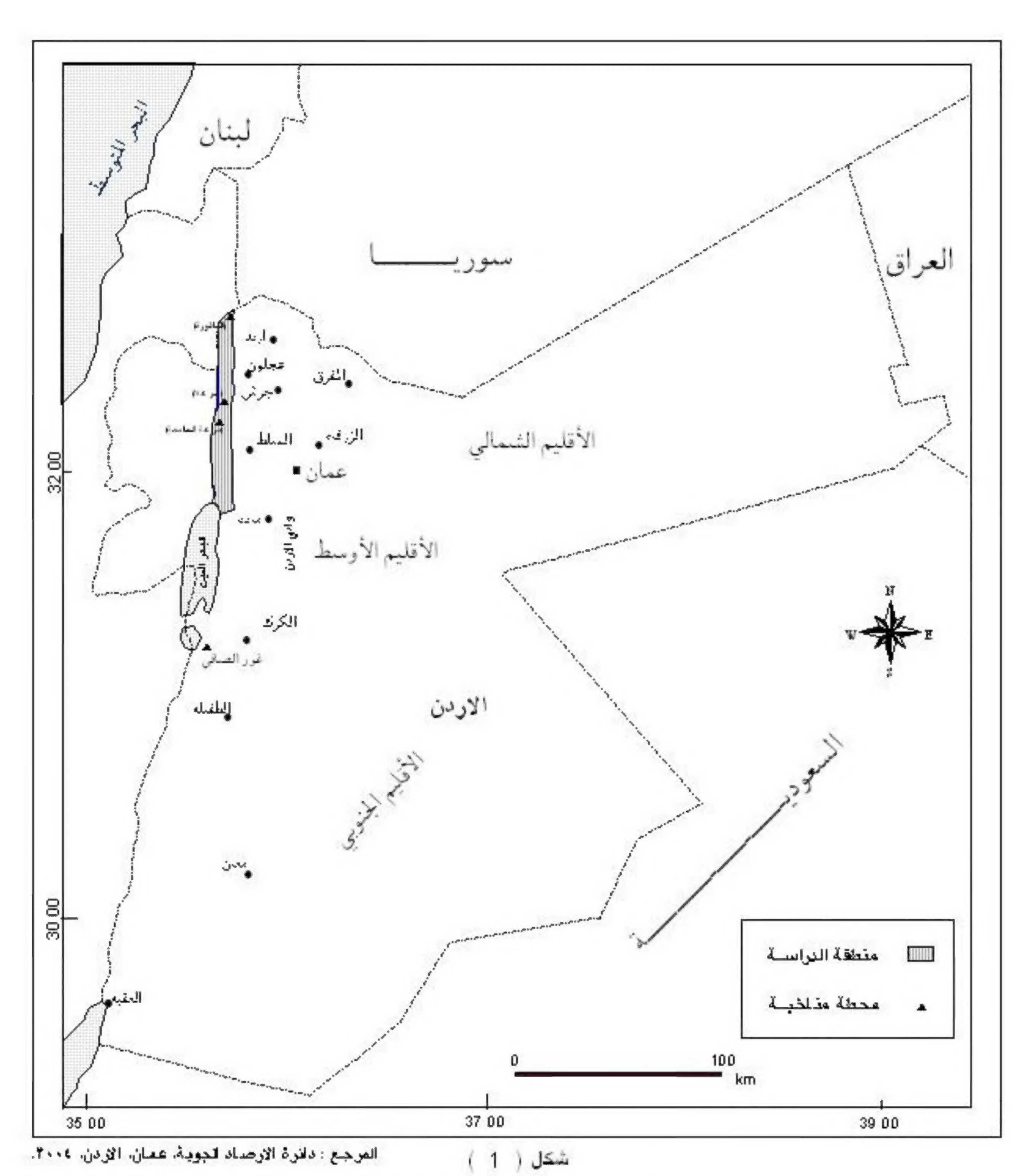
المصدر : الخرائط الطبوغرافية مقياس رسم 1:250000، المركز الجغرافي الملكي الاردني، 2002



المصدر . شحادة، ١٩٩١.

شكل (4)

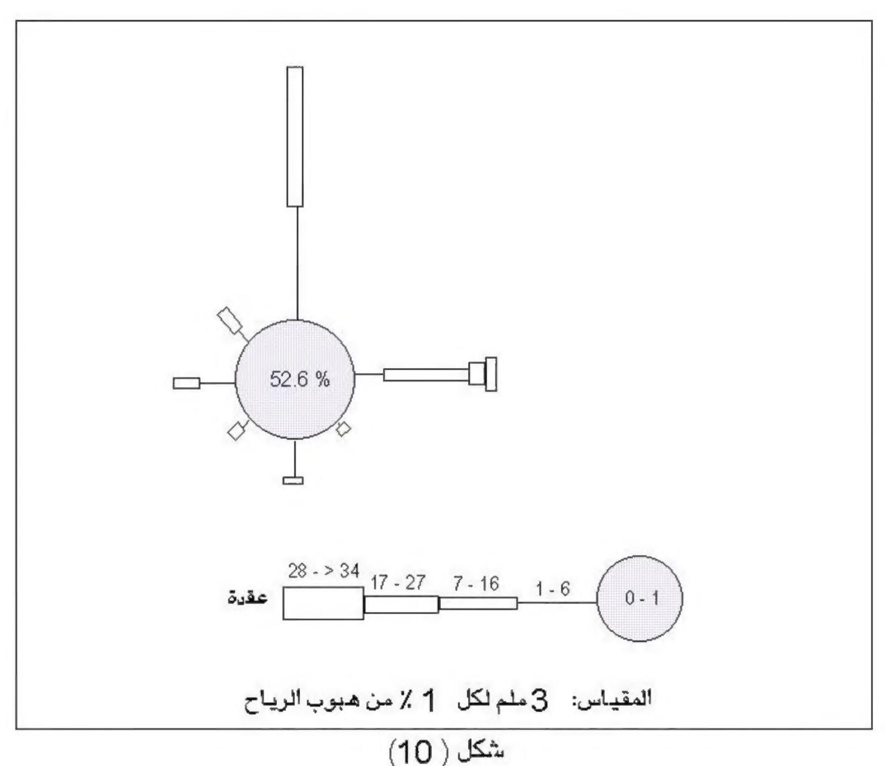
الاقاليم المناخية في الاردن



المرجع : دائرة الارصاد الجوية، عمان، الأردن، ٢٠٠٤.

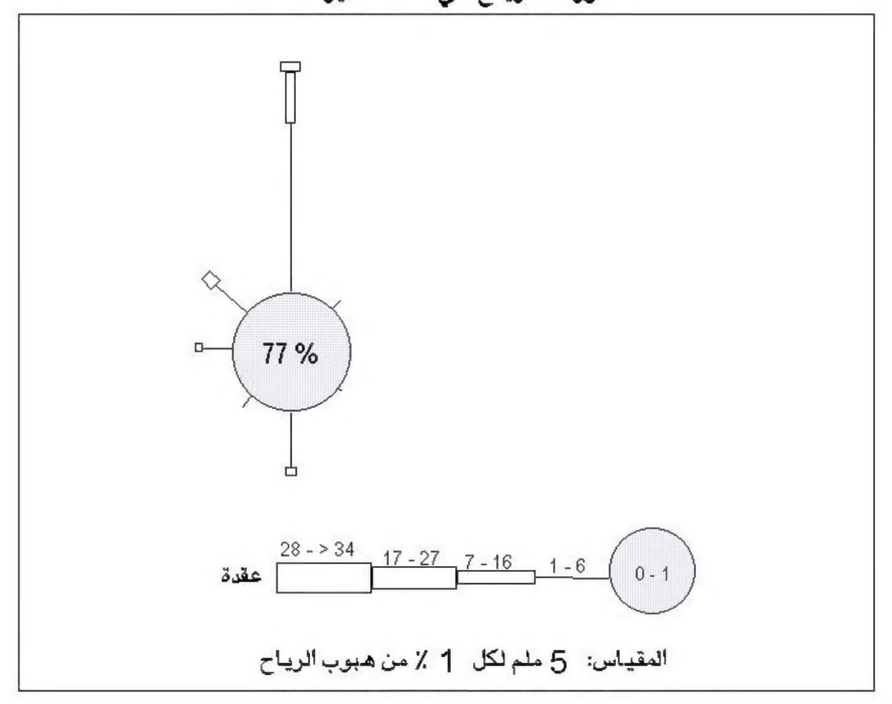
شكل (1)

المحطات المناخية ومنطقة الدراسة



شكل (10)

وردة الرياح في منطقة دير علا



شكل (11)

وردة الرياح في منطقة غور الصافي